

LA FERTILITÉ DE LA VACHE
ÉVALUATION ET FACTEURS

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard de Lyon

(Médecine-Pharmacie) —

et soutenue publiquement le 16 octobre 1979 —

par

Marcel VIALLETON
—

né le 27 juin 1954

à Saint-Etienne (Loire)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

**LA FERTILITÉ DE LA VACHE
ÉVALUATION ET FACTEURS**

T H E S E

présentée

à l'Université Claude-Bernard de Lyon

(Médecine-Pharmacie)

et soutenue publiquement le 16 octobre 1979

par

Marcel VIALLETON

né le 27 juin 1954

à Saint-Etienne (Loire)

LA FERTILITÉ DE LA VACHE
ÉVALUATION ET FACTEURS



THÈSE

présentée

à l'Université de Leiden (Faculté de Médecine)

pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine

par M. le Docteur en Médecine J. B. VAN DER WOUDE

Leiden

NOTES VÉTÉRAIRES

1955

(N° 1000)

PERSONNEL ENSEIGNANT
DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur Monsieur le Professeur COTTEREAU

Directeurs honoraires Messieurs les Professeurs TAPERNOUX,
FLORIO, FROGET.

PROFESSEURS

1^o - Pharmacie et Toxicologie M. LORGUE

2^o - Anatomie descriptive - Extérieur -
Anatomie appliquée M. BARONE

3^o - Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie M. BOST

4^o - Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique . M. TISSEUR

5^o - Hygiène et industrie des aliments d'origine
animale M. FLACHAT
M. CHANTEGRELET

6^o - Parasitologie et Maladies Parasitaires M. EUZEBY

7^o - Pathologie médicale des Equidés et des
Carnivores - Législation Vétérinaire M. FONTAINE

8^o - Pathologie médicale du Bétail et des Animaux
de Basse-Cour M. COTTEREAU

9^o - Technique chirurgicale - Pathologie chirurgicale . M. COULON

10^o - Obstétrique - Pathologie de la reproduction M. BERTRAND

11^o - Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie M. OUDAR

12^o - Ethnologie - Zootechnie - Economie rurale M. FROGET

13^o - Botanique appliquée - Agronomie - Alimentation ... M. WOLTER

14^o - Physique et Chimie biologiques et médicales M. DELATOURE

15^o - Maladies Contagieuses - Zoonoses -
Législation Sanitaire M. JOUBERT

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. DESCHANEL, JEAN-BLAIN, LAPRAS, LE NIHOUANEN.

MAITRES DE CONFERENCES

MM. BOIVIN, GASTELU, PRAVE.

MAITRES-ASSISTANTS AGREGES

Mle LAVAL.

MAITRES-ASSISTANTS

MM. BELLI, Mme CHAUVE, M. EUZEBY, MM. FRANCK, FAU, GARNIER, GEVREY, GOUY, KECK, LABE, LEGEAY, NEYRET, Mme RACHAIL, M. RICHARD.

ASSISTANTS

MM. BEZEAU, CHEVRIER, Mle COURSAT, MM. DEMONT, DENOIX, DESCOTES, Mme FOURNEL, MM. GALEA, GENIN, GUIGUEN, Mle JANUEL, MM. JAUSSAUD, MAY, Mle OLLEON, M. PERROTIN.

EXAMINATEURS DE LA THESE

Président: Monsieur le Professeur NOTTER
de la faculté de Médecine.

Premier assesseur: Monsieur le Professeur BERTRAND
de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

Deuxième assesseur: Monsieur le Professeur FROGET
de l'Ecole nationale Vétérinaire.

L'Université Claude Bernard (Médecine-Pharmacie) de LYON et l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation ni improbation.

A la mémoire de mon père: Marcel Vialleton,

A ma mère,

A ma famille,

A tous mes amis.

A Monsieur le Professeur NOTTER

Professeur à la faculté de Médecine
et de Pharmacie de Lyon,

qui nous a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur BERTRAND

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Lyon,

qui nous a guidé dans la réalisation de ce
travail.

Qu'il trouve ici l'expression de notre vive
gratitude et de notre profond respect.

A Monsieur le Professeur FROGET

Professeur à l'école Nationale Vétérinaire
de Lyon,

qui nous a fait le grand plaisir d'accepter
de faire partie de notre jury de thèse.

Nous l'assurons de notre profonde gratitude.

LA FERTILITE DE LA VACHE
EVALUATION ET FACTEURS

INTRODUCTION

L'élevage bovin présente deux caractéristiques:

- il doit assurer une partie de l'alimentation humaine
- il doit être rentable pour les éleveurs, cet aspect devenant actuellement primordial.

Ces deux points, et surtout le second, conduisent, à partir d'un même cheptel, dans un intervalle de temps donné à produire plus en réduisant au maximum les phases improductives et en utilisant une technologie qui épargne le temps de l'éleveur tout en étant rentable.

Cette intensification de la production passe par la reproduction. C'est évident pour les races bovines à viande où le produit recherché est le veau, la maîtrise de la reproduction influe, donc, directement sur le gain. Pour les bovins laitiers, le lait est moins lié à la reproduction, bien que le facteur déterminant en soit la naissance d'un veau. En effet, par l'amélioration génétique et la maîtrise de l'environnement, à partir d'un même vêlage, la quantité de lait par lactation peut être considérablement améliorée, d'autre part, il est possible de provoquer des lactations artificielles mais les résultats ne sont pas constants. Néanmoins, la reproduction joue un rôle très important, car c'est elle qui permet les lactations successives, de plus, il vaut mieux raccourcir une fin de lactation qui produit peu pour recommencer une nouvelle dont le niveau est nettement supérieur. C'est ce que démontre une étude rapportée aux journées d'information de l'ITEB-UNCEIA de 1973: un retard d'un mois de la mise à la reproduction entraîne une perte de 150 francs.

La maîtrise de la reproduction est donc un facteur capital de rentabilité et de production, dans ce travail, nous l'étudierons par le biais de la fertilité. Pour cela:

- il nous faudra définir la fertilité, trouver les éléments qui permettent de la mesurer, et ainsi, de la représenter de manière objective
- puis nous verrons le support physiologique de la fertilité, et ses rapports avec la production de la femelle
- enfin, nous analyserons les différents facteurs de la fertilité.

Dans cette étude, il ne sera question que de la femelle bovine.

PREMIERE PARTIE

FERTILITE, DEFINITION ET MESURE

Pour étudier la fertilité, il faut d'abord la définir et dégager les éléments issus de l'observation des animaux qui permettront une approche objective du phénomène. Ces éléments seront alors regroupés, afin d'avoir une représentation la plus fidèle possible et un profil facile à interpréter de la fertilité individuelle et du troupeau. Pour cela, il faut enregistrer ces données, et nous verrons les types de documents que l'éleveur peut avoir à sa disposition, il faut aussi se référer à des normes fixant la limite entre fertilité et infertilité.

I - DEFINITIONS

Plusieurs termes sont employés pour caractériser l'aptitude des animaux à la reproduction, ils sont suivant les auteurs, employés l'un pour l'autre. C'est pour cela qu'il nous faut donner les définitions de ces mots que nous utiliserons par la suite.

- Fertilité: pour le sens commun, la fertilité est l'aptitude à produire beaucoup; une vache fertile donnera, donc, beaucoup de veaux, ce qui implique:
 - . un vêlage précoce
 - . puis des vêlages se suivant régulièrement sur un rythme soutenu
 - . pendant le plus longtemps possible.
- Fécondité: c'est l'aptitude à la production de gamètes et à la réalisation de la fécondation.
- Prolificité: c'est l'aptitude à produire un nombre élevé de descendants par gestation. Elle n'a peu d'importance en élevage bovin, et elle n'est généralement pas recherchée.

Ces définitions établies pour des individus, peuvent être élargies au troupeau, en considérant les moyennes des résultats de tous les animaux.

La fertilité caractérise la vie reproductive d'une vache ou d'un troupeau de la puberté jusqu'à la réforme; la fécondité n'intéressant qu'un moment particulier de la reproduction: la fécondation et sa réussite. La fécondité est donc une étape de la fertilité, mais ces qualités ne varient pas toujours dans le même sens comme nous le verrons plus loin.

Pour rendre objectives ces valeurs, il faut pouvoir enregistrer des données les traduisant le plus fidèlement possible, c'est ce que nous allons voir maintenant.

II - LES ELEMENTS DE MESURE DE LA FERTILITE

Les données dont on dispose pour traduire la fertilité de manière objective, sont assez variées, elles rendent compte d'aspects différents: certaines étant purement des indices de fécondité d'autres exprimant mieux la fertilité. Elles se différencient, aussi, par leur mode d'expression:

- moyennes obtenues sur des effectifs,
- données individuelles dont on peut tirer des moyennes d'étables.

1) Les différents critères

A - Le taux de réussite en insémination première: TRI 1

C'est le rapport:

nombre de vaches ayant vêlé après une seule insémination
nombre de vaches mises à la reproduction

Il entre dans ce rapport des facteurs non strictement reproductifs tels que les avortements accidentels, infectieux ...; d'autre part, ce critère permet de faire un bilan en fin de cycle reproductif, mais il ne permet pas une correction rapide en cas de mauvais résultats: c'est simplement un constat.

B - Le taux de non-retour en oestrus en insémination première

TNRI 1

On l'exprime à divers moments: 30 à 60 jours, 60 à 90 jours, 90 à 120 jours. C'est une estimation de TRI1 de plus en plus précise avec le temps comme l'indique le tableau 1 (SALISBURY et VAN-DEMARK).

	% de non retours	Différence de TNR avec TRI1
à 30 à 60 j	68,2	14,8
60 à 90 j	58,7	5,3
90 à 120 j	56	2,6

Tableau 1: Comparaison de TNR avec TRI1 (SALISBURY et VAN-DEMARK).

Cette méthode exige une bonne surveillance des oestrus pour détecter les retours.

C - Indice coïtal I/If

$$I/If = \frac{\text{nombre d'inséminations total}}{\text{nombre d'inséminations fécondantes}}$$

Ce critère, comme le précédent, est un critère de fécondité, il porte, en effet, sur la réussite de l'insémination c'est à dire la fécondation. L'effet "taureau" y est aussi bien marqué, la fécondance du sperme pouvant varier suffisamment selon les mâles pour altérer la fécondation.

D - Les intervalles

Les événements de la reproduction: vêlage, oestrus, insémination, insémination fécondante, déterminent plusieurs intervalles schématisés par la figure 1 (LOISEL 1976), dont l'origine est habituellement le vêlage. Leurs durées sont extrêmement intéressantes pour juger la fertilité.

On peut remarquer tout de suite, que ces périodes que nous allons définir se situent entre deux vêlages; elles ne tiennent pas compte des génisses à leur première gestation, des vaches réformées; elles ne caractérisent que l'animal en activité reproductive.

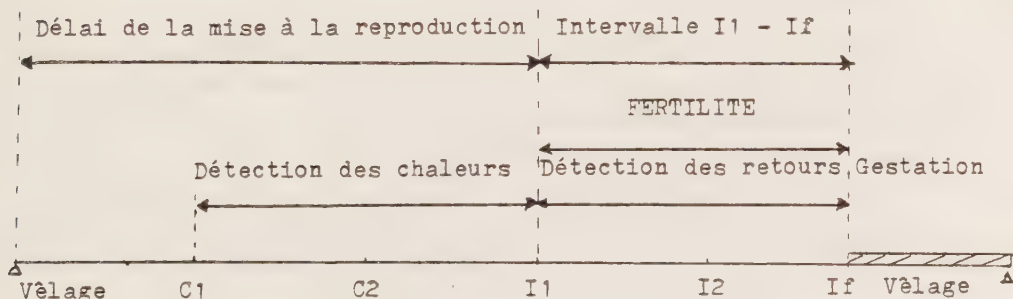


Figure 1: LOISEL 1976.

a) Intervalle entre vêlages: V-V

On le recherche d'une durée de douze mois. Cet intervalle exprime bien la régularité de la reproduction et son rythme. Cependant, sa connaissance exige un délai long et les avortements tardifs qui ne mettent pas en cause l'aptitude à la reproduction de l'animal, perturbent cette donnée.

b) Intervalle vêlage - insémination fécondante: V-If

Le coefficient de corrélation linéaire de V-If avec V-V est voisin de 1 (94). Cet intervalle ne diffère de V-V que par la durée de la gestation qui est constante à l'intérieur d'une race (FFPN: 275 jours, Montbéliarde: 285 à 290 jours). Il n'est pas faussé par les avortements tardifs, et il est connu assez rapidement, après la confirmation de la gestation. Il se décompose dans les deux sous-intervalles suivants.

c) Intervalle vêlage - première insémination: V-I1

Il met en évidence l'influence de:

- la vache qui ne peut être inséminée avant d'avoir présenté au moins un oestrus
- de l'éleveur qui détecte les chaleurs et qui décide du moment de la mise à la reproduction.

d) Intervalle première insémination - insémination fécondante

La réussite de la fécondation intervient fortement sur cet intervalle, le coefficient de corrélation linéaire entre I-If et I/If est, d'ailleurs, élevé: 0,68 (LOISEL 1976). Mais l'éleveur par le biais de l'observation des retours est un facteur important de variation de ce délai.

e) Intervalle vêlage - première chaleur: V-C1

Il n'est pas directement utilisable pour l'évaluation de la fertilité, mais il permet de se faire une idée de celle-ci en caractérisant l'aptitude au redémarrage sexuel.

Ces intervalles permettent de mieux contrôler l'intervalle V-V qui exprime le rythme et la période de la reproduction, c'est à dire la fertilité de la vache en activité.

E - Nombre de vaches réformées pour stérilité

Cette donnée complète les informations précédentes, dans lesquelles ces femelles ne sont pas prises en compte.

D - Proportion de vaches demandant trois services ou plus

Cette proportion est plus intéressante que la précédente, car elle inclue les animaux à la limite de la stérilité et qui sont conservés pour divers motifs dont, principalement, la forte production laitière.

2) Importance de ces critères

Il y a antagonisme entre l'évaluation précise de la fertilité et la nécessité d'obtenir des informations le plus rapidement possible, afin de déceler sans tarder toute perturbation de la reproduction. L'idéal serait de l'évaluer par le nombre de gestations par vache et par an, ce qui tiendrait compte des périodes improductives qui sont réduites par le vêlage précoce et la longévité, ces critères n'apparaissant pas dans l'intervalle V-V.

Cependant la durée séparant deux vêlages (ou, ce qui revient au même, l'intervalle V-If) exprime bien la fertilité de la vache productrice. Plusieurs études ont précisé l'importance de ses composantes. Ainsi BINET (1972), à l'aide du dépouillement statistique des moyennes de 110 élevages, montre que l'intervalle V-V dépend surtout de V-I1 puis de I-If, mais il est indépendant de I/If.

LOISEL 1976 confirme ces résultats en utilisant un modèle de simulation où il fait varier les paramètres suivants:

- Intervalle V-I1: 60 et 90 jours
- taux de détection des chaleurs: 50%, 60%, 70%
- délai après le vêlage au-delà duquel les vaches ne sont plus inséminées et sont réformées: 135 et 210 jours.

Les résultats sont exposés dans les tableaux 2 et 2 bis. Ils indiquent clairement que V-V dépend:

- d'abord de V-I1, quand cette période passe de 60 à 90 jours, V-V (ou V-If) augmente de 9 à 19 jours suivant les autres paramètres,
- puis de la réussite en première insémination, si ce taux passe de 70% à 50%, V-If est allongé de 3 à 9 jours en

Paramètre modifié	Valeurs paramètre fixées			Valeur allongement
	% réussite lère I.A.	% détection chaleurs	Réforme (j)	
V - I ₁ 60 → 90 j	50	55	210	9,1
			135	9,2
		85	210	13,9
			135	13,9
	60	55	210	11,0
			135	11,0
		85	210	16,6
			135	16,6
	70	55	210	12,6
			135	12,5
		85	210	19,0
			135	19,0
	V - I ₁	% détection chaleurs	Réforme	
% réussite lère IA 70 → 50	60	55	210	9,3
			135	4,9
		85	210	9,0
			135	8,5
	90	55	210	5,8
			135	1,6
		85	210	3,9
			135	3,4

Tableau 2: Allongement de l'intervalle moyen V-I_f (ou V-v) selon la modification des paramètres (ICISFL 1976).

paramètre modifié	Valeurs paramètre fixées			Valeur allongement(j)
	V - I ₁	% réussite lère I.A.	Réforme	
détection s chaleurs →55	60	50	210 135	12,7 4,7
		60	210 135	12,7 7,5
		70	210 135	12,4 8,3
	90	50	210 135	7,9 0
		60	210 135	7,1 1,9
		70	210 135	6,0 1,8
	VI ₁	% réussite lère I.A.	% détection chaleurs	
		50	55 85	10,1 2,1
		60	55 85	8,5 3,3
		70	55 85	5,7 1,6
		50	55 85	10,0 2,1
		60	55 85	8,5 3,3
		70	55 85	5,8 1,6
Réforme 5→210 j				

Tableau 2 bis: Allongement de l'intervalle moyen V-If (ou V-W) selon la modification des paramètres (LOISEL 1976).

fonction des autres variables

- enfin du taux de détection des chaleurs et de la politique de réforme, l'allongement de V-If, pour une même valeur de ces critères, varie considérablement en fonction des autres paramètres.

Le taux de détection des oestrus n'intervient qu'en troisième position, mais il faut rappeler son rôle sur la moment de la première insémination donc sur V-I1, ce qui revalorise son importance

Le rôle de V-I1 dans la fertilité souligne celui de l'éleveur, car le moment de la première insémination dépend de sa volonté et de son efficacité dans la détection des chaleurs.

L'intervalle V-IF exprime bien la régularité et le rythme de la fertilité, mais c'est une valeur globale qui doit être explicitée par des critères de fécondité; WHITMORE et al. 1974 montrent en effet, que celle-ci décroît lorsque l'on cherche à augmenter le rythme de reproduction (tableau 3).

	I/If	TRI1
V-If: 64 j	2,2	37 %
V-If: 101 j	1,6	66,7 %

Tableau 3: Fertilité et fécondité (WHITMORE et al. 1976).

LOISEL 1976 propose comme critères de fécondité:

- le taux de non retour en oestrus après l'insémination première
- le pourcentage de vaches nécessitant plus de trois inséminations.

DE KRUIF a regroupé les données du paragraphe précédent en une formule de la fertilité, qui a été complétée par une équipe de l'université de READING en incluant le taux de réforme (r):

$$\text{Indice X} = \frac{\text{TRI1}}{\text{I/If}} + (125 - \text{V-If}) + (25 - r)$$

Nous venons de voir les grandeurs exprimant la fertilité, elles permettent de fixer des valeurs moyennes et des objectifs que nous allons préciser.

III - LES NORMES DE LA FERTILITE

Il n'y a pas de limite tranchée entre la fertilité et l'infertilité, le passage étant progressif. Pour interpréter les performances d'un troupeau, il est donc impératif d'établir des normes qui fixeront la démarcation entre l'animal ou le troupeau fertile ou non, de même, il est intéressant de fixer des valeurs qui serviront de moyennes ou d'objectifs.

La fertilité peut se concevoir à deux niveaux: l'individu ou le troupeau. Pour ce dernier, elle est calculée par la moyenne de son effectif ou par la proportion des animaux respectant des normes définies. c'est surtout la fertilité du troupeau qui importe, car elle dérive de la gestion de l'élevage, celle de l'individu servant surtout dans l'étude de cas particuliers.

LOISEL 1977 a fixé les seuils de fertilité:

- pour l'individu: une vache est infertile lorsque:
 - . elle requiert trois inséminations ou plus par fécondation
 - . elle n'est pas revenue en chaleur dans les 60 jours post-partum
 - . l'intervalle V-V est supérieur à 400 jours ou autrement dit, V-If est supérieur à 110 jours
- pour le troupeau, il y a infertilité lorsque (figure 2):
 - . 15 % de l'effectif a un retard supérieur à 400 jours au vêlage suivant
 - . moins de 60 % des vaches sont fécondées en insémination première
 - . plus de 15 % de l'effectif demande au moins trois inséminations.

Cette classification ne fait pas apparaître les valeurs des intervalles définis , leurs moyennes sont indiquées ci-dessous (90):

Indice moyen du troupeau	Valeur moyenne à atteindre
V-V	12 mois
V-If	12 semaines (85 à 90 j)
V-I1	70 à 75 j
I1-If'	21 ± 3 j

Indice moyen
du troupeau

Valeur moyenne
à atteindre

TRI1

60%

I/If

1,7 ± 0,2

% de vache deman-
dant 3 ins. ou plus

15%

Pour ces trois in-
dices la valeur est
interpréter en fonc-
tion de V-I1

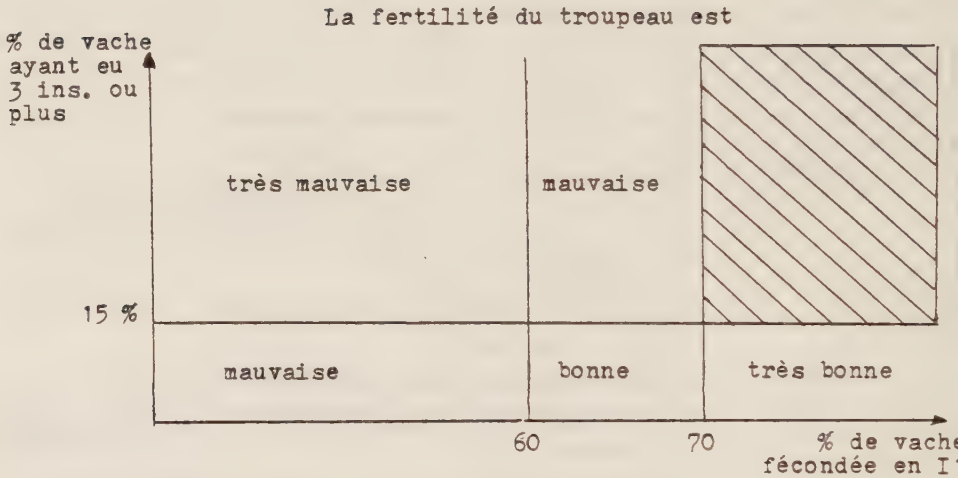


Figure 2: Fertilité du troupeau (LOISEL 1977).

Ces valeurs moyennes conduisent aux indices définis par DE-KRUIF:

- X inférieur à 71: mauvaise fertilité
- X compris entre 71 et 85: bonne fertilité
- X supérieur à 85: très bonne fertilité.

Le même DE KRUIF 1978 indique le seuil de fertilité qu'il sem-
ble difficile de dépasser:

- TRI1: 80 %
- I/If: 1,3
- V-If: 85 j (cette durée est, quand même susceptible d'amé-
lioration).

IV - COLLECTE DE L'INFORMATION

Pour disposer des critères que nous venons de définir, il faut noter avec précision les faits qui servent à les établir, tels que la date de vêlage, des premières chaleurs, des inséminations, des retours en oestrus. Ces données serviront, alors, à établir un profil de la fertilité du troupeau qui sera expliqué par des renseignements sur la gestion de l'élevage (courbe de lactation révélant le potentiel des animaux et leur alimentation, accidents du part et du post-partum, ...).

Cependant le bilan explicatif ne doit pas être le seul but de la collecte de l'information, on doit pouvoir l'utiliser pour la surveillance et la prévoyance des moments importants de la reproduction: vêlage, réapparition des oestrus, inséminations, tarissement.

L'exploitation efficace de ces données exige une inscription facile et une présentation claire: c'est le but des plannings et des fichiers d'étable dont nous allons voir les principaux types en nous référant au catalogue établi par BILLON et al. (1972).

1) Le planning d'étable

C'est un document qui permet:

- de connaître à chaque instant le stade de reproduction des animaux, et surtout de prévoir afin de les préparer, les événements du cycle reproductif,
- de situer à tout moment le niveau de fertilité du troupeau.

Il existe deux principaux types de plannings: les linéaires et les circulaires.

A - Les plannings linéaires

Nous prendrons pour type le modèle UNEDE représenté par la figure 3 (BILLON et al. 1972).

Il comporte 24 bandes horizontales correspondant chacune à une vache. Ces bandes sont subdivisées en deux:

- la subdivision supérieure permet de noter les faits observés,
- la subdivision inférieure sert à inscrire les prévisions.

Les évènements de la reproduction sont notés par leur initial avec en indice le jour du mois où ils se sont produits.

Verticalement, une première colonne est réservée à l'inscription du nom des vaches, les douze autres représentant les mois de l'année subdivisés en trois décades.

Ce système est doué de mémoire puisqu'il y a enregistrement d'évènements de la reproduction, cependant il ne convient qu'à des troupeaux peu importants, d'autre part les femelles ayant un cycle de reproduction décalé ne peuvent figurer complètement sur le même planning.

B - Le planning circulaire

C'est un disque mobile comprenant 365 divisions et 12 triangles représentant les jours et les mois de l'année. A partir de la date du vêlage marquée à midi, plusieurs époques sont délimitées par des épingles fixes indiquant:

- la 1ère, la date du vêlage, elle sert d'origine
- la 2ème à 21 jours, la date des premières chaleurs
- la 3ème à 54 jours, le début de la période des inséminations
- la 4ème à 82 jours, la fin de la période des inséminations
- la 5ème à 60 jours de la 4ème, le diagnostic de gestation
- la 6ème à 220 jours de la 5ème, le tarissement
- la dernière à 42 jours du vêlage pour sa préparation.

Les vaches sont représentées par des punaises portant leur numéros.

Ces punaises sont de couleurs différentes suivant l'état de l'animal (gestant, période de tarissement,...), et elles sont placées dans les espaces correspondants délimités par les épingles fixes. En tournant tous les jours d'un cran ce disque, les punaises se rapproche d'une épingla fixe suivante, autrement dit, la vache se rapproche d'un évènement qu'il faut surveiller ou préparer: chaleur, retour en oestrus, tarissement, vêlage.

Ce système est utilisable dans les grands troupeaux, il permet une connaissance rapide de l'état de toutes les vaches par le système des couleurs. Son défaut est qu'il ne constitue qu'un instantané et qu'il est dépourvu de "mémoire". Le planning circulaire permet une bonne prévision des évènements de la reproduction.

mais on ne peut pas faire de bilan; sa complémentation par les fichiers est excellente.

2) Les fichiers

Les fichiers réunissent des documents individuels où sont inscrits les événements de la reproduction, ainsi on peut dresser un bilan périodique de la conduite du troupeau par l'analyse de ses moyennes. Leur association avec le planning circulaire assure une visualisation immédiate de l'état du troupeau avec la possibilité de suivre l'évolution de la fertilité.

Il existe de nombreux modèles de fichiers, mais ils doivent obligatoirement comporter: les dates de vélages, de ou des inséminations, et les durées des différents intervalles. Ils seront utilement complétés par des indications sur la production laitière (coube de lactation au dos de la fiche), les accidents au vêlage, les maladies puerpérales, la pathologie de la reproduction (kystes ovariens, persistance lutéales).

Les fiches sont des documents individuels, mais on peut les réunir en un tableau constituant une fiche collective pour 25 animaux (figure 4). Dans ce modèle, tous les critères de la fertilité sont réunis pour tous les animaux sur une ou quelques fiches. Les données d'élevage sont néanmoins succinctes en raison du manque de place.

L'éleveur a donc à sa disposition deux outils qui permettent de suivre la fertilité:

- Les plannings qui constituent le tableau de bord de l'exploitation,
- Les fichiers qui servent à faire des contrôles périodiques ou à découvrir la cause d'anomalies révélées par le planning (discordance entre les prévisions et les faits observés).

CONCLUSION

La maîtrise de la fertilité s'effectue en recueillant des données qui permettent:

- de prévoir les événements du cycle de reproduction
- de l'évaluer en se référant à des normes.

Des renseignements sur la zootechnie et la pathologie de l'exploitation permettront d'expliquer les éventuels écarts par rapport à la moyenne.

L'association du planning d'étable et du fichier rassemble les données nécessaires à cette évaluation, prévision et explication.

[illegible]

Figure 4: Fiche collective.

DEUXIEME PARTIE

LE SUPPORT PHYSIOLOGIQUE DE LA FERTILITE, RAPPORT AVEC LA PRODUCTION

L'interprétation de la fertilité ne peut se faire sans la connaissance de la physiologie sexuelle qui permet de découvrir les points d'impact des facteurs que nous étudierons dans la troisième partie. Elle doit se faire aussi, en fonction de la production laitière et de veaux dont l'intensification concurrence la reproduction.

I - PHYSIOLOGIE SEXUELLE

Le passage de la fertilité à l'infertilité est progressif, et dans la première partie nous avons été contraints de fixer une limite arbitraire entre les deux (p. 11 et 12), afin de disposer de références pour l'analyse des résultats d'un troupeau. Cette absence de démarcation entre fertilité et infertilité, s'explique par la physiologie de la reproduction qui est un phénomène à étages: hormonaux, organiques, et comportementaux; ces étages sont, au gré des circonstances, dissociés ou plus ou moins exprimés.

1) La puberté

La puberté est le moment où, pour la femelle, elle devient apte à produire des gamètes fécondables. Elle peut se définir selon plusieurs critères (MAULEON 1972):

- par rapport au comportement sexuel: l'apparition du premier oestrus
- par rapport à l'ovulation: l'apparition de la première ovulation
- par rapport à la stéroïdogénèse.

Seul le premier oestrus est facilement observable et c'est lui qui sert habituellement de référence.

A - La période prépubertaire.

a) Rôle des stéroïdes

- Ils orientent l'anatomie du tractus génital.

- Ils provoquent la sexualisation du système nerveux central: ceci a été démontré chez la ratte de moins de 6 jours où l'injection d'androgène provoque un oestrus vaginal (et non comportemental) permanent, et un développement folliculaire continu, se qui caractérise un fonctionnement sexuel de type mâle, les femelles ayant une activité cyclique. Cette sexualisation ne se fait pas au même moment selon les espèces, chez les ovins elle aurait lieu sur le fœtus âgé de trois mois.
- Ils permettent la différenciation du comportement sexuel

b) Les hormones gonadotropes

Les variations du taux hypophysaire des hormones gonadotropes ont été étudiées par DESJARDINS et HAFS cités par MAULEON (1972). (figure 5). De ces travaux, ces auteurs concluent que la période infantile dure jusqu'au 8ème mois

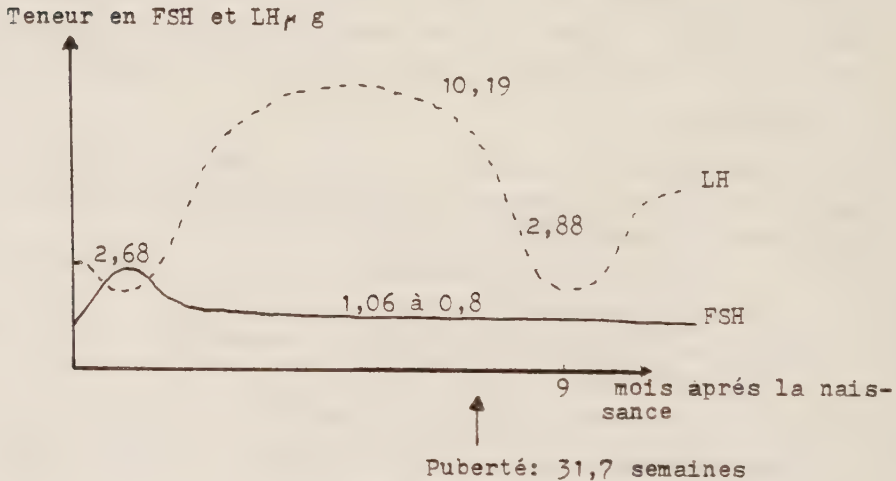


Figure 5: Evolution des taux de FSH et LH hypophysaires chez l'animal prépubère. (DESJARDINS et HAFS cités par MAULEON 197

c) L'appareil génital

La vache se caractérise par la grande précocité du développement de son appareil génital. En effet, les follicules à antrum sont présents sur l'ovaire avant la naissance. Le nombre de ces follicules augmente très rapidement entre le 50ème et le 80ème jour après la naissance, puis, plus lentement jusqu'à 6 mois où le développement folliculaire est maximum. A ce moment le tractus génital a atteint sa maturité (MAULEON 1972).

L'intérêt de cette précocité réside dans la possibilité d'induire des ovulations très tôt chez le veau femelle. C'est ainsi que FOOTE et ONUMA 1970 obtiennent 30 à 40 ovulations, étalées sur quelques jours, en injectant 200 UI de PMSG puis 50 mg de LH à ces animaux. TESTART 1972 provoque une dizaine d'ovulations le même jour, en posant une éponge vaginale imprégnée d'un progestagène et en injectant 1800 UI de PMSG quatre jours auparavant. Ces ovules pourraient être utilisés dans le cadre de la transplantation ovulaire sur un receveur (actuellement pas ou peu de réussite avec les ovules de veaux).

B - Etablissement de la puberté

Pour l'éleveur la puberté correspond à l'apparition du premier oestrus. En fait, l'activité sexuelle a déjà débuté, comme l'indique une étude de MORROW 1969 portant sur des génisses holsteins: le pourcentage d'oestrus à la première ovulation n'est que de 26,4 %, cette proportion s'élève avec le rang de l'ovulation (tableau 4)

Rang d'ovulation	% d'ovulations accompagnées d'oestrus
1ère	26,4
2ème	56,6
3ème	76,3

Tableau 4: Manifestation de l'oestrus selon le rang de l'ovulation (MORROW 1969).

L'age du premier oestrus est très variable. En fait il correspond surtout à un développement corporel suffisant, et la puberté apparaît lorsque la génisse atteint 40 à 45 % du poids de l'adulte (MAULEON 1972, PACCARD 1977). Dans des conditions alimentaires normales, elle se situe à 11 ou 12 mois.

Le veau est, au niveau de la physiologie sexuelle, un animal très avancé, la limite de son aptitude à la reproduction est constituée par le temps nécessaire pour acquérir une stature suffisante. Cette barrière pourrait être levée par la mise au point de la transplantation ovulaire.

2) L'oestrus

L'activité sexuelle femelle est caractérisée par sa cyclicité centrée chez les animaux domestiques, sur l'oestrus.

A - Physiologie des cycles sexuels

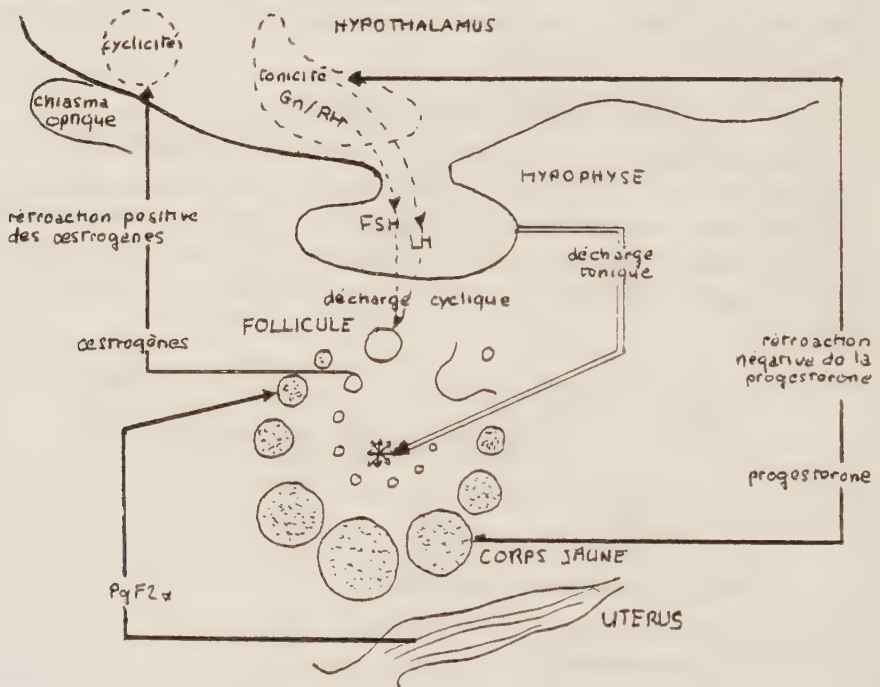


Figure 6: Schéma des relations hypothalamo-hypophyso-ovariennes (THIBIER 1977).

La figure 6 résume les relations de l'axe hypothalamo-hypophysaire avec l'ovaire. Les cycles sexuels sont déterminés par deux centres hypothalamiques (de tonicité et de cyclicité) modulant les sécrétions de gonadotropines hypophysaires et modulés par les stéroïdes ovariens.

Le centre de tonicité est à l'origine de la sécrétion basale de FSH et de LH qui entraîne la croissance folliculaire. Cette dernière s'accompagne d'une sécrétion d'oestrogènes qui déclenche le comportement d'oestrus et la rétroaction (feed-back) positive sur le centre de la cyclicité. Ce centre par l'intermédiaire d'un releasing-factor (GnRH) provoque la décharge ovulante de LH. Après l'ovulation, le follicule va se transformer en corps jaune sécrétant la progestérone. A partir de là deux évolutions sont possibles:

- il y a eu accouplement et fécondation le corps jaune, protégé par le contenu utérin, persiste et accroît sa sécrétion pour maintenir la gestation. Cette sécrétion importante de progestérone exerce une rétroaction négative sur le centre de la tonicité qui limitera le niveau basal des gonadotropines hypophysaires: la phase finale de la croissance folliculaire, la stimulation du centre de cyclicité, l'ovulation sont bloquées.

- il n'y a pas eu fécondation, l'utérus est vide, il va sécréter un facteur lutéolytique: la prostaglandine F_{2α}, qui détruit le corps jaune et interrompt la sécrétion de progestérone. Le frein hypothalamique est levé, la croissance folliculaire reprend avec un nouveau déclenchement du centre de cyclicité et une nouvelle ovulation. L'intervalle entre deux ovulations constitue un cycle.

Deux remarques se dégagent de ces considérations:

- lorsqu'il y a une gestation, il ne peut pas en, principe, y avoir de retour en chaleur du fait de la sécrétion de progestérone (en fait il existe des exceptions en début de gestation lors de faible sécrétion chez certains animaux).
- pendant l'ovulation ou l'oestrus la sécrétion de progestérone est insignifiante (inférieure à 2 ng/ml).

B - Description de l'oestrus

L'oestrus est une phase cruciale de la reproduction de la vache,

de sa bonne observation dépend l'intervalle V-I1 et la réussite de l'insémination.

Il présente un ensemble de signes comportementaux qui sont essentiels pour sa détection, et des modifications des organes et des sécrétions de la sphère génitale plus ou moins marquées et pas toujours faciles à mettre en évidence.

a) Les signes comportementaux

On peut les décomposer selon CONSTANTIN 1977 en:

- signaux d'alerte

- . appétit capricieux
- . diminution de la production de lait
- . accroissement de l'activité de l'animal qui va voir les autres, reste debout pendant les périodes de repos (la nuit)
- . extension de l'encolure et retroussement de la lèvre supérieure (signe de FLEHMEN)

- signaux majeurs

- . la vache chevauche les autres, mais ce signe n'est pas spécifique, les animaux non en oestrus présentent souvent ce comportement
- . elle accepte le chevauchement, ce qui se traduit par l'ébouriffement des poils de la croupe. Cette acceptation est le seul signe sans équivoque qui ne se produise que chez les femelles en oestrus. Cependant une faible proportion ne s'immobilisera pas et les vaches dominées peuvent accepter un chevauchement sans être en chaleur.

b) Modifications de la sphère génitale

- la vulve est enflée
- le mucus cervical subit de profondes modifications liées aux variations de polymérisation des mucopolysaccharides et de concentration du NaCl qui le composent:
 - . la quantité est augmentée
 - . la viscosité diminue fortement comme le montre la figure 7 (SCHILLING et ZUST cités par MAULEON 1972), mais le maximum de fluidité est atteint à la fin

de l'oestrus ou à l'ovulation, ce qui est tardif

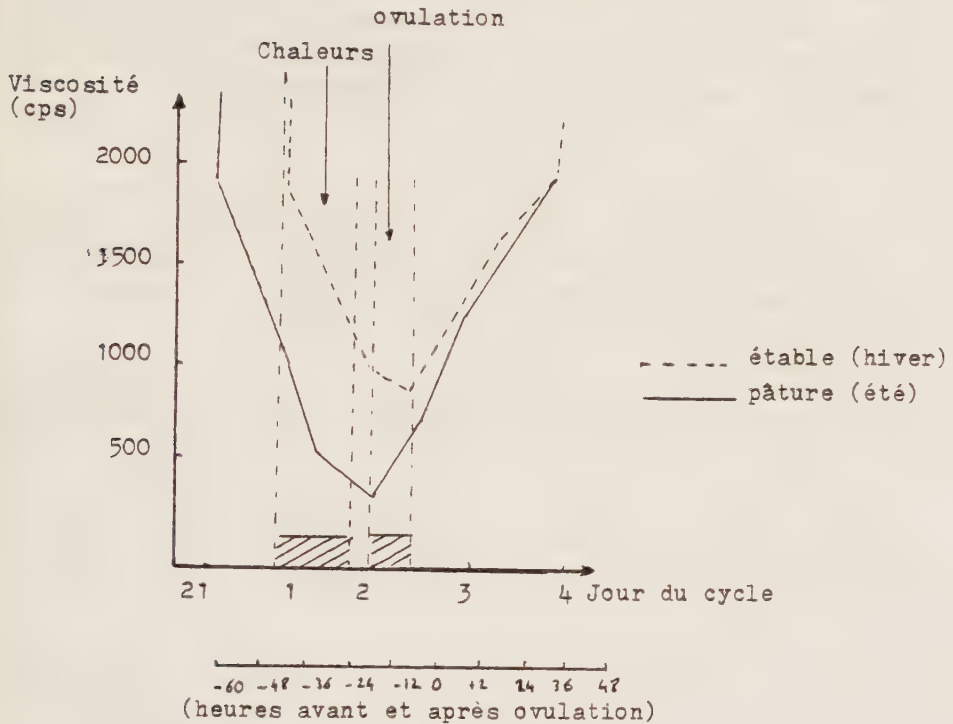


Figure 7: Viscosité du mucus vaginal de la vache en chaleur
(SCHILLING et ZUST cités par MAULEON 1972).

- . le pH chute au moment de l'ovulation
- . les mucopolysaccharides cristallisent en feuille de fougères sous l'action du NaCl au moment de l'oestrus
- . la résistivité des parois du vagin est abaissée.

Tous ces caractères sont difficiles d'emploi: c'est plus leurs variations que leurs valeurs à un moment précis qui ont une signification. Ils sont, d'ailleurs, tardifs: leurs valeurs extrêmes sont observées au moment de l'ovulation.

- les modifications vaginales sont très peu prononcées chez la vache: il n'y a pas la multiplication cyclique des couches épithéliales que l'on observe chez la ratte, tout au plus une augmentation de la proportion des cellules kératinisées.

La détection des chaleurs repose, donc, essentiellement sur l'observation ou la mise en évidence de l'acceptation du chevauchement de la femelle. L'attention sera éveillée par les modifications comportementales et de la sphère génitale (vulve enflée, mucus abondant et fluide). En conséquence, le temps consacré à la surveillance des animaux et les qualités d'observateur de l'éleveur détermineront le taux de détection des oestrus.

c) Chronologie de l'oestrus

La chronologie des cycles sexuels est indiquée par le tableau 5 (MAULEON 1972), en moyenne, l'oestrus a lieu tous les 21 jours en l'absence de fécondation, il dure une journée, l'ovulation se situe à 10,7 heures après la fin des chaleurs.

Les manifestations comportementales de l'oestrus se déroulent 24 heures sur 24, les chevauchements sont le plus fréquents entre 0 et 6 heures du matin ou tard le soir. Les opérations de l'élevage (manipulation des animaux, réunion dans l'aire d'attente de la salle de traite,...) entravent le déroulement du comportement sexuel, et la détection de l'oestrus ne doit pas se faire seulement pendant ces périodes.

	Intervalle entre deux oestrus (jours)		Durée de l'oestrus (heures)	
	Mode	étendue	moyenne	étendue
Vache (montbéliarde)	20,8	18-24 pour 84 %	19,3	13-77 pour 93

Tableau 5: Durée du cycle et de l'oestrus de la vache (MAULEON 1972).

C - L'insémination

Le meilleur moment pour l'insémination se situe au milieu et dans la deuxième moitié des chaleurs (ASDELL 1968), le taux de conception est maximum quand elle a lieu entre 13 et 18 heures avant l'ovulation (7 à 12 heures après le début de l'oestrus: figure 8). A partir de 6 heures avant l'ovulation, ce taux devient mauvais; les chaleurs sont, à ce moment, terminées depuis 4 heures

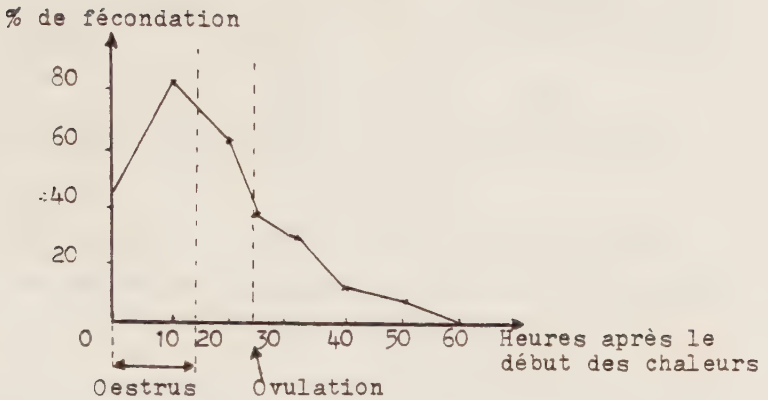


Figure 8: Pourcentage de fécondation en fonction du moment de l'insémination (ASDELL 1968).

La réussite de l'insémination est influencée par la qualité de l'oestrus, en effet, le taux de fécondation est bas lorsque les chaleurs sont peu marquées: 27,3 % (absence d'immobilisation à la monte), alors qu'avec des chaleurs typiques ce taux est de 55,5 % (WHITMORE et al. 1974).

Le rang de l'insémination intervient aussi: plus il est élevé plus le taux de fécondation est bas. Cela s'explique par l'accroissement de la proportion d'animaux stériles ou subfertiles au fur et à mesure des interventions (ORTAVANT 1972). Les femelles infécondes qui sont inséminées lors d'oestrus réguliers et qui ne présentent pas de signes pathologiques, constituent ce que l'on appelle les "repeat-breeders". A partir de la quatrième insémination, le taux de fécondation devient faible, et le gain de pourcentage de mise-bas cumulé devient insignifiant (tableau 6), ces résultats justifient le nombre de trois inséminations fixé comme une des limites de la fertilité (page 12)

N° d'ordre de l'insémination	% de mises-bas cumulé	% de mises-bas pour chaque N° d'ordre
1	60,1	60,1
2	81,1	54,5
3	89,9	44,7
4	93,4	32,7
5	94,4	17,1
6	94,9	10,9

Tableau 6: Pourcentage de mises-bas selon le numéro d'ordre de l'insémination (ORTAVANT 1972).

3) La gestation

Une fois l'insémination réalisée, les chances du développement d'une gestation ne sont pas de 100 %, même dans des conditions optimales. Il faut passer le cap d'un risque de mortalité embryonnaire inéluctable. C'est pour cette raison qu'un diagnostic de gestation est impératif après chaque insémination.

A - La mortalité embryonnaire

Ce phénomène est bien mis en évidence par une étude rapportée par ASDELL 1968, comparant 16 taureaux très fertiles avec 16 autres qui le sont moins (tableau 7).

	Taux de fécondation 3 jours après l'ins.	TNR à 30 jours
Mâles très fertiles	100 %	71,7 %
Mâles moins fertiles	62,5 %	54,4 %

Tableau 7: Importance de la mortalité embryonnaire (ASDELL 1968).

Ainsi, avec des mâles assurant 100 % de fécondation, on n'obtient pas 100 % de gestation. Les pertes embryonnaires interviennent, selon ASDELL, entre le 3ème et le 13ème jour suivant la fécondation.

AYALON 1978 a regroupé les résultats de différents auteurs

évaluant l'importance de la mortalité embryonnaire (tableau 8). Elle s'échelonne sur 10 à 24 % des embryons, et pour les repeat-breeders elle atteint 72 %. Les causes en sont variées, mais on peut les classer en deux catégories:

- celles qui provoquent une mortalité irréductible et physiologique en assurant l'élimination des embryons tarés du point de vue chromosomique ou génétique, ce sont:
 - . des anomalies chromosomiques des gamètes issues de perturbations lors des divisions ou fusions nucléaires précédant et accompagnant la fécondation;
 - . les facteurs génétiques létaux
- celles qui dépendent de facteurs maîtrisables: sperme ou ovule trop vieux, infection utérine, mauvaise alimentation, excès climatiques, désordres hormonaux,

Les facteurs chromosomiques affectent l'embryon très tôt et il meurt rapidement sans retarder le prochain oestrus. L'environnement est très influant tant que l'embryon n'est pas implanté dans l'utérus, cette implantation ne débute qu'à partir du 15ème jour de gestation et s'achève au 30ème; dans ce cas l'oestrus suivant peut être retardé. Quant aux facteurs infectieux, ils provoquent des retards considérables, les avortements étant tardifs (de un mois pour la trichomonose à sept ou huit mois pour la brucellose).

Porte de troupeau et référence	Effectifs	% d'échecs de fécondation	Perte embryonnaire à 35 j	% d'embryon normal à 35j
génisses 1ère Ins. ERDEN et al. 1956 IDER et al. 1954	58 32	3,4 0	10,5 24,2 ⁺	86,1 75,8 ⁺
génisses repeat-breed ANABE, ALMQUIST 1953	200	40,8	28,7	30,5
vaches normales AYALON 1969 LOYD et al. 1969	114 112	17,0 15,0	14,0 15,0	69,0 70,0
vaches repeat-breed. ANABE et CASIDA 1949	100	Non examiné	47,0 (16 j) 72,0 (34 j)	28,0
AYALON 1969	129	29,0	36,0	35,0

Basé sur le non retour en oestrus à 60-90 jours

Tableau 8: Mortalité embryonnaire selon divers auteurs (AYALON 1978).

Les chances de fécondation ne peuvent dépasser 80 % dans le meilleur des cas, le diagnostic de gestation est donc indispensable après l'insémination.

B - Le diagnostic de gestation

On ne peut utiliser les tests biologiques mettant en évidence les gonadotropines placentaires, comme chez la femme ou la jument. Ces substances n'existent pas chez la vache. Le diagnostic de gestation, pour cette femelle, ne pourra se baser que sur les méthodes suivantes:

- l'observation des retours en oestrus,
- l'exploration rectale,
- les dosages de progestérone.

a) L'observation des retours en oestrus

On se souvient que la présence de l'embryon dans l'utérus empêche la sécrétion, par celui-ci, du facteur lutéolytique intervenant chez la vache non gestante. cyclique. Le corps jaune ainsi protégé va sécréter la progestérone assisté plus tard par le placenta. Le taux plasmatique de cette hormone passe, alors, de 0,4 ng/ml à l'oestrus, à 7 ng/ml au 75ème jour de gestation, il atteint son maximum le 245ème jour (26 ng/ml) et s'effondre la veille du part (0,6 - 1 ng/ml) (BERTRAND 1976). Cette progestéronémie élevée, par feed-back négatif sur l'hypothalamus, prévient l'apparition de nouvelles chaleurs durant la gestation. Une vache gestante ne peut avoir de chaleur, cette règle souffre quelques exceptions pour le premier cycle après l'insémination, le taux de progestérone étant peut-être trop bas chez certains animaux.

Pour éliminer l'influence des pertes embryonnaires précoces, la surveillance des retours en oestrus, se poursuivra pendant une période suffisante: on prendra généralement 60 à 90 jours. Cette méthode simple est fiable, le taux d'erreur par excès ne dépasse guère 5 % (tableau 1 page 5). Mais elle est parfois défectueuse, notamment pour les femelles dont l'oestrus est difficile à détecter: vaches allaitantes, fortes laitières.

b) L'exploration rectale

On peut l'utiliser systématiquement, principalement lorsque

la méthode précédente est mise en défaut. Le principe de l'exploration rectale est la recherche des déformations de l'utérus gravide:

- à 1 mois de gestation, la corne gravide est plus grosse que l'autre et on peut percevoir une petite vésicule
- à 1,5 mois, le diamètre de cette corne est de 5-6 cm et elle contient un foetus mesurant 4 cm et 80 à 100 ml de liquide foetal
- à 3 mois l'utérus est très dyssymétrique, le foetus mesure 12-16 cm, le volume de liquide foetal atteint 300 à 700 ml
- à 4 mois, la corne gravide devient intra-abdominale avec l'ovaire correspondant, le foetus mesure 25 à 33 cm, il y a 2 à 6 l de liquides foetaux
- à 5 mois, le foetus est inexplorable du fait de son passage dans l'abdomen, mais on perçoit le corps utérin: il est gros, aplati avec des cotylédons palpables, l'ovaire est inaccessible
- à 7 mois, le foetus redevient perceptible.

Cette chronologie permet le diagnostic de la gestation dès le premier mois avec une certaine habitude, on peut aussi fixer le moment de l'insémination ou de la saillie lorsque celle-ci n'est pas connue (vaches allaitantes, génisses).

Cette méthode de diagnostic est très fidèle, les seules causes d'erreurs sont les avortements, mais elle exige la manipulation des animaux.

c) Le diagnostic précoce par dosage de la progestérone

La progestérone est dosée par radioimmunologie.

- Principe du diagnostic

Ce diagnostic repose sur les différences de sécrétion de progestérone chez la femelle gestante et la femelle vide. Elle est continue et élevée pour la première, elle chute périodiquement au moment de l'oestrus pour la seconde (figure 9 THIBIEP 1976). Cette sécrétion est mesurée par le taux plasmatique de progestérone au moment où il diffère chez ces deux sortes de femelles, c'est à dire à 21-24 jours de l'insémination, lors de l'oestrus de la femelle non gestante.

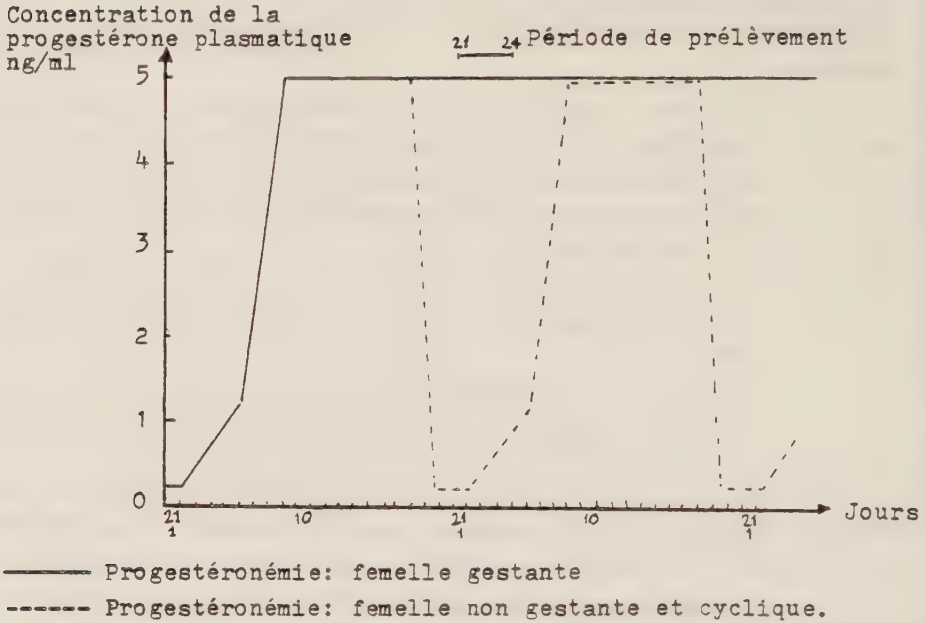


Figure 9: Schéma du diagnostic précoce de gestation (THIBIER 1977)

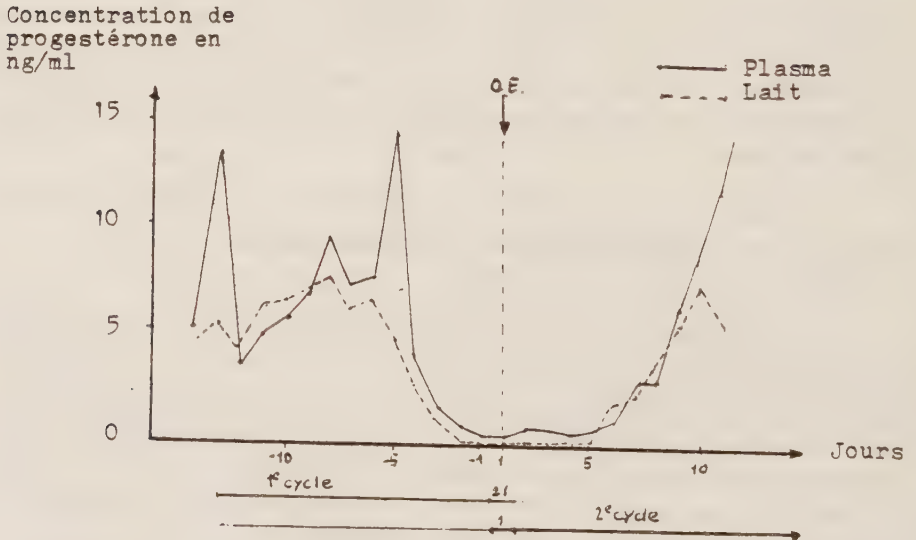


Figure 10: Comparaison de la concentration de progestérone dans le plasma et le lait chez la vache laitière (THIBIER 1977)

La femelle sera non gestante si la progestéronémie est, à ce moment, inférieure à 2 ng/ml.

On peut simplifier la méthode en dosant la progestérone dans le lait, cette concentration suit fidèlement les variations du taux plasmatique (figure 10 THIBIER 1977). Mais le dosage dans le lait ne donne qu'une réponse qualitative non quantitative, par suite des interférences avec la traite et la physiologie de la mamelle.

- Réalisation

Les prélèvements sont le plasma ou le lait.

- . Le plasma, pour l'obtenir il faut récolter le sang sur anticoagulant puis le centrifuger dans les 15 minutes afin d'éviter la dégradation de la progestérone par les éléments cellulaires, le plasma est enfin congelé avant son expédition au laboratoire. Ce protocole assez compliqué est le seul utilisable pour les génisses et les vaches allaitantes.
- . Le lait: les variations que peuvent entraîner son stockage dans la mamelle et les modalités de la traite impliquent des conditions de prélèvements très rigoureuses et standardisées. Il faut utiliser le lait de début de traite du matin après élimination des premiers jets, il doit provenir de chaque quartier sain de la même vache. Les échantillons sont réfrigérés et non congelés, ils sont expédiés dans les 24 heures. Ce protocole est strict mais simple.

Le lait ou le sang sont prélevés entre le 21ème et le 24ème jour après l'insémination.

- Résultats

Ils sont exposés dans le tableau 9 (THIBIER 1977). Le diagnostic positif présente une différence assez large avec le taux de mise-bas (69 mises-bas pour 100 diagnostics positifs), elle s'explique, pour une forte part, par les pertes embryonnaires et les avortements qui peuvent se produire entre le moment où il est fait et le vêlage. Par contre le diagnostic de non gestation est très fiable (juste à 94 %).

- Intérêt et utilisation

Ce diagnostic précoce permet essentiellement de dépister les animaux non gestants et ainsi de les remettre rapidement à la reproduction. Cependant il est délicat et onéreux, il ne peut être utilisé systématiquement, il est indiqué dans trois principaux cas:

- . lors de synchronisation d'inséminations
- . lors d'inséminations de vaches allaitantes dont on ne peut observer facilement les retours en oestrus à cause du mode d'élevage
- . pour le diagnostic de gestation de certaines vaches qui extériorisent faiblement leurs chaleurs et qui sont fortes laitières.

Groupe de femelles	Positifs (Présomption de gestation)	Négatifs (non gestati
Génisses race laitière	74 %	94 %
Génisses race à viande	65 %	93 %
Vaches laitières:		
- Plasma	62 %	96 %
- Lait	56 %	91 %
Vaches allaitantes	75 %	98 %
Témoins (lait)	63 %	94 %
TOTAL	69 % (2009)	94 % (737)

(): nombre de femelles

Tableau 9: Exactitude des diagnostics précoces de gestation par rapport aux mises bas (THIBIER 1977).

Dans les troupeaux laitiers le diagnostic de gestation se fait par l'observation des retours en oestus qui est une méthode simple et juste, mais dans les cas particuliers l'exploration rectale la complète utilement. Le diagnostic précoce par dosage de la progestérone trouve son application dans la programmation de la reproduction ou pour se libérer de l'astreinte de la surveillance des retours en oestrus.

4) Le post-partum

Le post-partum est une période cruciale pour la fertilité: il s'y produit la restauration de l'appareil génital puis le démarrage d'un nouveau cycle de reproduction alors que le précédent se poursuit sous la forme de la lactation. L'organisme de la vache doit, donc, assurer l'involution utérine, la reprise de l'activité sexuelle, alors que la production laitière devient rapidement maximum: tout cela dans une période brève ou que l'on veut brève.

A - L'involution utérine

L'utérus doit passer d'un poids de 9 kg au vêlage à 750 g à l'état de repos, cela s'accompagne d'importantes modifications anatomiques, histologiques, et aussi bactériologiques.

a) Anatomie

La régression de l'utérus n'est pas continue. La diminution de volume est rapide durant les trois premiers jours, ce qui correspond à l'élimination du placenta et d'une grande partie des lochies. A partir du quatrième jour la décroissance est plus lente, jusqu'au dixième où elle s'accélère, les lochies pouvant réapparaître. Après la deuxième semaine, l'utérus involue lentement pour retrouver son état normal entre le 25 et 45ème jour après le part. (BADINAND 1976).

Le degré d'involution peut s'apprécier par palpation de l'utérus lors d'une exploration rectale, les critères d'évaluation sont exposés dans le tableau 10 (JOHANNIS et al. cités par THIBIER 1977).

b) Histologie

Il se produit, après le part, une nécrose et une desquamation du stratum compactum des cotylédons. L'épithélium intercotylédonaire et glandulaire dégénère et se reforme en trois semaines (BADINAND 1976). Pendant ce temps, il y a un apport massif de leucocytes se répartissant ainsi (89):

- le nombre de lymphocytes augmente jusqu'au 20ème jour
- celui des polynucléaires augmente les dix premiers jours sur les cotylédons et diminue entre eux
- les phagocytes sont abondants jusqu'au 30ème jour.

Degré d'involution	Diamètre du corps et des cornes	Cavité	Contenu	Caroncules	Consistance de l'utérus	Diamètre du col
Bonne	Inf. à 4cm	imperceptible	Nul	non palpables	ferme	Inf.
Passable	Inf. à 6cm	étroite	petite quantité fluide	palpables	assez flasques	Inf.
Insuffisante	Sup. à 6cm	large	épais ou fluide	palpables	flasque parois épaissies	Sup.

Tableau 10: Détermination du degré d'involution utérine par exploration rectale au 30ème jour (JOHANNIS et col. cité par THIBIER 1977)

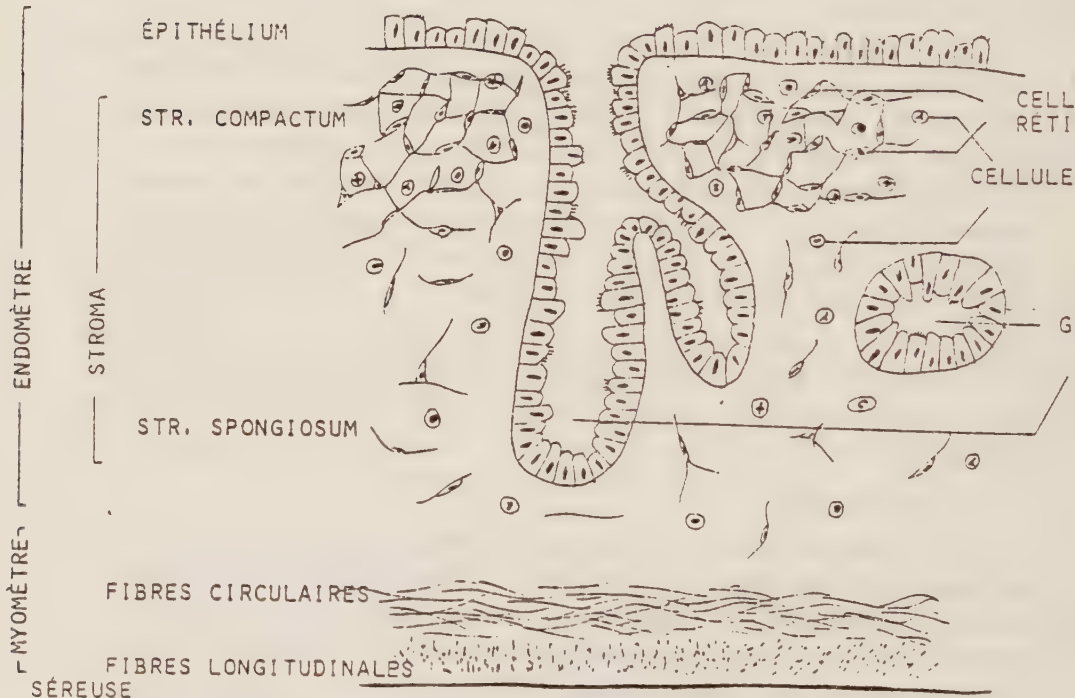


Figure 11: Histologie de l'utérus (BADINAND 1976).

Cet afflux de cellules blanches correspond à la phagocytose des débris cellulaires issus de la nécrose superficielle de l'endomètre et à la défense active de l'utérus contre l'infection auxquelles participent les cellules réticulées et mobiles de l'endomètre.

c) Bactériologie

Tous ces éléments tissulaires nécrosés, la température de la matrice, l'exposition au milieu extérieur de celle-ci (lors du vêlage, par le drain constitué par le placenta s'éliminant plus ou moins rapidement) provoque une contamination microbienne de l'utérus très fréquente comme le signale BADINAND 1976 en rapportant les résultats de plusieurs auteurs:

- PASBECH 1950: 25 à 30 % des sécrétions issues de vaches saines sont contaminées
- DE BOIS 1961: 50 % le sont à 10 jours, 25 % à 20 jours
- ELLIOT 1968: 93 % le sont dans les 15 premiers jours.

La contamination, presque constante, est polymicrobienne: *Corynebacterium pyogenes*, *Escherichia coli*, streptocoques, staphylocoques. Elle est maximum au 8-10ème jour, après trois semaines elle est très rare.

La lutte contre la multiplication microbienne est assurée par l'afflux leucocytaire et le système réticulo-histiocytaire de l'utérus, mais aussi de manière mécanique par les sécrétions et les contractions de l'organe qui en assurent la détersion et la vidange.

d) Variation

D'après ce que nous venons de voir, l'utérus retrouve son état normal, chez une vache ayant vêlé correctement et en bonne santé, en 25 à 30 jours. Mais cette durée peut être affectée par plusieurs facteurs:

- l'âge, les primipares involuent plus rapidement (BADINAND 1976)
- la traite, elle favorise l'involution utérine: ainsi une endométrite expérimentale à *Escherichia coli* sera moins sévère et guérie plus rapidement chez une vache tétée (les décharges d'ocytocine déclenchées par les tétées favorisent le nettoyage de l'utérus). Cependant, cet effet n'est pas retrouvé par OXENFELDER cité par

CHUPIN 1976, qui ne trouve pas de différence entre des vaches tarées, allaitant un ou deux veaux:

Vaches	durée de l'involution utérine
tarées	32 jours
allaitant 1 veau	30 jours
allaitant 2 veaux	34 jours

- les dystocies; elles entraînent une contamination de l'utérus lors des manœuvres obstétricales, et s'accompagnent souvent d'atonie
- les rétentions anxielles; le maintien dans la matrice d'une masse nécrosée et en rapport avec le milieu extérieur favorise la multiplication bactérienne
- les naissances gémellaires; elles s'accompagnent fréquemment d'atonie utérine, de dystocie, et de rétentions placentaires.

B - Réapparition de l'activité ovarienne

La reprise de l'activité ovarienne débute par la croissance folliculaire. Il peut y avoir tout de suite un oestrus, ou un ou deux follicules atériques avant un cycle complet conduisant à l'ovulation avec ou sans chaleur (89).

Le rétablissement de la croissance folliculaire exige, cependant, un certain délai après le part, comme le montrent FERNANDES et al. 1978. En effet, la décharge de LH en réponse à une injection de GnRH n'est pas restaurée complètement avant dix jours post partum. Ce délai est nécessaire au rétablissement de la sécrétion de gonadotropines qui a été fortement déprimée à la fin de la gestation, à cause de la grande quantité d'oestrogènes sécrétés à ce moment là (si les oestrogènes à faible dose stimulent le centre hypothalamique de la cyclicité, à forte dose, comme c'est le cas en fin de gestation, ils exercent un feed-back négatif sur le centre de la tonicité comme la progestérone).

L'activité ovarienne est aussi liée à l'involution utérine. Les ovulations, dans le proche post-partum, se produisent sur l'ovaire opposé à la corne gravide (MARION et GIEP 1968):

- 90 % des premières ovulations avant 15 jours post-partum se produisent sur l'ovaire opposé à la corne gravide
- 60 % des ovulations proviennent de cet ovaire entre 15 et 30 jours post-partum
- quand la corne gravide a un diamètre inférieur à 6 cm les ovulations se déroulent, alors, de n'importe quels cotés

C - Réapparition du comportement sexuel

Le comportement sexuel réapparaît généralement plus tard que l'activité ovarienne: le pourcentage d'oestrus à la première ovulation n'est, en effet, que de 20 à 30 % (tableau 11 établi par HUMBLLOT et THIBIER 1977 d'après les résultats de différents auteurs). En outre, les chaleurs se manifestent d'autant mieux que l'activité ovarienne a déjà repris antérieurement: la proportion d'oestrus exprimés augmente avec le rang de l'ovulation, 64 % à la troisième contre 23 % à la première (tableau 12: MORROW 1969). Ce dernier auteur signale, par ailleurs, un retard de 20 jours pour la reprise de l'activité ovarienne à la suite de part et post-partum pathologiques.

Dans le temps, cette dissociation du comportement et des phénomènes ovariens se traduit par une première ovulation à 39 jours et un premier oestrus à 55 jours (FOOTE 1975). Cependant cette moyenne cache des variations individuelles très importantes. HUMBLLOT et THIBIER, quant à eux, estiment que 80 % des vaches sont vues en chaleur dans les 60 jours qui suivent le part, si ces chaleurs sont bien détectées. KING et al. 1976 (tableau 11) soulignent le rôle de la détection de l'oestrus, en signalant qu'une bonne surveillance des animaux fait passer le pourcentage de chaleurs à la première ovulation de 20 à 50 %; dans ces conditions, les chaleurs frustrées sont décelées.

D - Réapparition de la fécondité

La fécondité n'est pas restaurée dès le redémarrage sexuel et on peut dégager deux principaux facteurs modifiant le retour à la normale: le temps et les cycles sexuels qui ont précédé l'insémination.

- a) Relation entre la fécondité et le moment d'apparition du premier oestrus

Auteurs	Chaleurs dès la 1ère ovulation %	Chaleurs par rapport à la totalité des cycles %
CALLAHAN et al. 1971	14 - 35	-
WAGNER et OXENREIDER 1971	-	50 - 60
FOOTE 1975	23	-
LAMMING et BULMAN 1976	30	77,5
KING et al. 1976	20 (a) 50 (b)	42,6 81,5

(a): surveillance ordinaire (b): bonne surveillance

Tableau 11: Relation entre oestrus et ovulations chez la vache en période post-partum selon divers auteurs cités par HUMBLLOT et THIBIER 1977).

Rang d'ovulation après vêlage	Vache en oestrus		Temps écoulé (jours)	
	exprimé	silencieux	Vache normale	anormal
1	23	77	15	34
2	46	54	32	55
3	64	36	53	76

*Vaches ayant eu une dystocie ou une fièvre de lait, une rétention placentaire dans la première semaine post-partum.

Tableau 12: Relation entre l'expression des chaleurs et le rang d'ovulation (MORROW 1969).

Jour de l'I.A.	Effectif	% de gestation
1-10	1	0
11-20	18	6
21-30	36	28
31-40	63	43
41-50	36	50
51-60	11	46
Sup. à 60	19	37

Tableau 13: Fécondité à l'insémination au premier oestrus en fonction du moment d'apparition (WHITMORE et al. 1974).

Sur 184 intervêlages de vaches inséminées au premier oestrus observé, WHITMORE et al. 1974 montrent qu'un certain délai est nécessaire pour obtenir une fécondité, quand même insuffisante, à cette insémination (tableau 13).

Cependant, si la fécondité exige un certain délai pour son rétablissement, l'apparition précoce du comportement sexuel est un bon indice: THATCHER et WILCOX 1973 estiment, en effet, que le déroulement d'un oestrus dans les 30 premiers jours du post-partum est le signe d'une bonne fécondité ultérieure. Le tableau 13, à l'inverse, montre que lorsque ces premières chaleurs tardent la fécondité devient mauvaise: au delà de 50 jours après le part le taux de gestation baisse.

b) Relation fécondité et nombre d'oestrus précédant l'insémination

WHITMORE et al. 1974, sur 180 intervêlages de vaches inséminées au premier oestrus après le 74ème jour post-partum, indiquent que la fécondité s'améliore avec le nombre de chaleurs ayant précédé l'insémination (tableau 14); ce que confirme THATCHER et WILCOX 1973 en mesurant la fécondité par l'indice coïtal (tableau 15).

c) Conclusions

- De ces deux remarques, on peut dire que l'attente pour réaliser l'insémination permet la restauration complète de l'appareil génital et l'avènement de quelques cycles oestriques indispensables à une bonne fécondité. Ce délai est de deux à trois mois (90) (tableau 18):

Race	% de non retours en oestrus à:					
	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois	6 mois
laitière	39,3	53,6	61,6	62,2	64,5	64,3
à viande	33,4	58,1	68,6	74,4	-	-

Tableau 18: Délai de réapparition de la fécondité (90).

- Mais l'attente du moment de la meilleure fécondité n'est pas forcément compatible avec la meilleure fertilité. En effet, en mettant à la reproduction les animaux avant une bonne restauration de la fécondité, on peut, quand même, réduire l'intervalle entre les vêlages: 343 jours pour la première insémination entre le 20 et le

Relation fécondité - nombre d'oestrus précédant l'insémination:

Nombre d'oestrus précédant l'I.	Effectif	% de fécondation
1	17	35,3
2	28	50,0
3	67	73,1
4	61	72,1
5	7	100

Tableau 14: WHITMORE et al. 1974.

Nombre d'oestrus avant 60 jours	IA/I
0	2,6
1	2,58
2	2,32
3	2,21
4	1,75

Tableau 15: THATCHER et WILCOX 1973.

Intervalle vêlage-1ère insémination (jours)	% de fécondation	V-V (jours)
Inf. à 20	28	343
20-29	52	
30-39	52	
40-49	60	
50-59	67	351
Sup. à 60	67	355
		365 à 410

Tableau 16: Relations entre le temps écoulé après le part, la fécondité et la fertilité (ORTAVANT 1972).

Lots	Témoin	MGA	MGA + OE
Effectif	9	9	9
Intervalle en jours:			
Vêlage-1er oestrus observé	63 ± 11	37 ± 9	41 ± 7
Vêlage-1ère insémination	75 ± 6	73 ± 6	79 ± 8
V-If	153 ± 15	83 ± 6	101 ± 15
IA/If	3,3 ± 0,8	1,7 ± 0,3	2,1 ± 0,4
Production laitière*	7266±445	6955±500	6840±0,4

* Différence non significative.

Tableau 17: Rôle de la progestérone dans le post-partum (EPIT 1972)

40ème jour du post-partum, contre 365 à 410 à plus de 60 jours (tableau 16: ORTAVANT 1972).

↑ - L'effet bénéfique du déroulement de quelques cycles sur la fécondité aurait pour origine la progestérone sécrétée durant ceux-ci. Le rôle de cette hormone est démontré par son effet inducteur de l'oestrus chez les vaches en période du post-partum, et J. H. BRIT 1974 le met bien en évidence en administrant 1 mg d'acétate de mélangestérol par vache et par jour du 14 au 21ème jours du post-partum: le premier oestrus apparaît beaucoup plus tôt (37 jours au lieu de 63 chez les témoins), les chaleurs sont mieux extériorisées, la fécondité est nettement améliorée (I/If de 1,7 au lieu de 3,3), l'intervalle V-If est notablement réduit (83 jours au lieu de 153); l'injection de 500 µg d'oestradiol 48 heures après la dernière de progestérone n'apporte aucune amélioration. (tableau 17).

L'aptitude à la reproduction réapparaît progressivement après le vêlage. L'intégrité de l'appareil génital est d'abord rétablie par l'involution utérine, puis à la fin de cette première période ou un peu avant, l'activité sexuelle organique reprend suivie du comportement, la fécondité est restaurée en dernier. La production laitière ou l'allaitement peuvent modifier notablement la durée et la synchronisation de ces phases.

II - ANTAGONISME PRODUCTION - REPRODUCTION

L'antagonisme production-reproduction existe à deux niveaux:

- une compétition entre deux cycles reproductifs qui se chevauchent: la lactation qui permet l'élevage du jeune, entrave plus ou moins complètement, la possibilité d'une nouvelle gestation. Cet antagonisme conduit chez certaines espèces à un anoestrus de lactation complet.
- un antagonisme strictement production-reproduction: une lactation élevée entraîne un retard dans la reprise de l'activité ovarienne et des difficultés de fécondation.

1) Compétition entre deux cycles reproductifs

A - mise en évidence

L'influence de l'ancien cycle de reproduction sur le nouveau se manifeste par l'intermédiaire de la traite ou de l'allaitement, elle apparaît bien dans le tableau 19 regroupant les résultats de différents auteurs cités par CHUPIN (1976). Ce tableau montre les difficultés croissantes de fécondation de la vache tarie à la vache traite deux fois par jour, quatre fois par jour, puis à la femelle allaitant un, deux, trois, quatre veaux: cette progression correspond à l'augmentation de la fréquence des stimulations mammaires. De plus l'allaitement s'accompagne de chaleurs silencieuses plus fréquentes: 70,6 % de premières ovulations sans oestrus chez les vaches allaitantes contre 42,4 % chez les traites (GROVE et al cités par CHUPIN 1976).

Par ailleurs, un sevrage précoce à 30 jours au lieu de 100 hâte la reprise de l'activité sexuelle (premier oestrus à 47 jours au lieu de 63) et permet un raccourcissement de l'intervalle partu-fécondation (57 jours au lieu de 70) (tableau 20: SMITH et VINCENT 1972).

B - Les causes

Les résultats précédents mettent en cause les stimulations mammaires et la présence du jeune.

a) Les stimulations mammaires

Elles agiraient, par l'intermédiaire des décharges d'ocytocine de deux manières:

- ces décharges hypophysaires répétées provoqueraient des fuites de LH empêchant la décharge ovulante (CHUPIN 1976). Pourtant les taux hypophysaires en gonadotropines ne sont pas différents chez les vaches traites ou allaitantes (CHUPIN 1976) (89). Cependant, RADFORD et al. 1978 observent que le taux de LH est plus faible chez les femelles allaitantes jusqu'au trentième jour du post-partum.

- l'ocytocine est lutéolytique, surtout en début de cycle (HANSEL cité par CHUPIN 1976), les décharges fréquentes déclenchées par la traite ou l'allaitement entraîneraient une insuffisance lutéale responsable:

	Vêlage-ovulation (jours)	Vêlage-1er oestrus (jours)	Vêlage-fécondation (jours)
HORT et al. 1972: sans mamelle marie allaitante		14 30 54	
LAPP 1937: raite 2x/j raite 4x/j		46 69	
ILTBANK et COOK 1958: raite allaitante	36 53	54 84	
KENREIDER 1968 allaitant 1 veau allaitant 2 veaux	34 55	53 55	61 92
OLLER 1970 allaitant 4 veaux allaitant 3 veaux	71 62		

Tableau 19: Influence des stimulations mammaires sur la fertilité
d'après différents auteurs cités par CHUPIN 1976.

	Sevrage normal (100j) (21)	Sevrage précoce (30j) (19)	moyenne (40)
de femelles ayant des chaleurs avant 100 j post- partum	71 %	84 %	78 %
intervalle part-1er oestrus	63 j	47 j	54 j
aux de fécondation au 1er oestrus	20 %	50 %	35 %
intervalle V-If	70 j	57 j	63 j

Tableau 20: Influence du délai part-sevrage sur la reproduction,
animaux de races bouchères. (SMITH et VINCENT 1972).

- . de mortalité embryonnaire s'il y a eu fécondation,
- . d'une difficulté de manifestation de l'oestrus et d'une baisse de fécondité, la progestérone influant favorablement sur ces facteurs (voir p. 42): l'apparition de l'oestrus est effectivement retardé par rapport à celle des ovulations (GROVE et al. p. 43)

b) La présence du jeune

Chez les vaches allaitantes, la présence du jeune inhibe le comportement sexuel au moment de l'ovulation, en exerçant un stress. Il existe, en effet, des différences au niveau surrénal entre les femelles allaitantes ou traites (MAULEON 1976).

c) L'involution utérine

La traite ou l'allaitement ne retardent pas la reprise de l'activité sexuelle en ralentissant l'involution utérine, au contraire ces facteurs ne la modifient pas et semblent même la favoriser (voir p. 36).

Des facteurs physiologiques, nerveux et hormonaux, retardent donc, l'apparition d'un nouveau cycle reproductif: ils sont la manifestation de deux cycles qui se chevauchent. Mais il existe chez les vaches fortes laitières un antagonisme typiquement de production et de reproduction.

2) Compétition production-reproduction

La compétition entre la fertilité et la lactation n'apparaît que pour les hautes lactations. Il y a, en effet, souvent augmentation parallèle de la fertilité et de la production chez les animaux à potentiel moyen en rapport avec une meilleure technicité et compétence de l'éleveur.

Le tableau 21 ne montre pas de différence de fécondité en fonction du niveau de production laitière, mais l'insémination est effectuée plus tard chez les autres productrices avec pour corollaire une augmentation de V-If ($I/If = 1,8$, mais V-If passe de 95,7 jours à 101,9 pour une production passant de moins de 22 kg/j à 30 kg/j). Mais surtout, la proportion de kystes ovariens est très élevée: 22,6 % chez les fortes laitières. (MARION et GIER 1968).

FRANCOIS cité par CHUPIN 1976 retrouve cet allongement de V-I

	Production laitière		
	moins de 22 kg/jour	22 à 30 kg/j	Plus de 30 kg/j
Nombre de vaches	57	131	62
Vêlage-1ère Ov.	13,1 j	14,0 j	15,5 j
Vêlage-1er Oest.	28,4 j	33,1 j	36,9 j
Vêlage-1ère Ins.	74,6 j	77,0 j	84,8 j
Vêlage-Fécondation	95,7 j	98,4 j	101,9 j
I/If	1,8	1,9	1,8
% de vaches avec kystes ovariens	7 %	9,9 %	22,6 %

Tableau 21: Influence de la production laitière sur la fertilité
(MARION et GIER 1968).

Production moyenne par lactation	Effectif	Intervalle moyen V-If	% de fécondation 90 j après la mise-bas
moins de 4500 kg	104	91	59
4500 à 5000 kg	74	98	51,4
plus de 5000 kg	79	110	41,1

Tableau 22: Influence de la production laitière sur la fertilité
(FRANCOIS cité par CHUPIN 1976).

	1ère I.A.	2ème I.A.	3ème I.A.
Différence de fécondation avec la moyenne	- 20,5 %	- 14,3 %	- 6,8 %
Allongement des intervalles vêlage-inséminations	12,6 j	18,5 j	23,6 j

Tableau 23: Fertilité des bonnes laitières par rapport à la moyenne
de leur troupeau (SPALDING et al. 1975).

et une diminution du taux de fécondation à 90 jours (tableau 22) pour ces animaux.

L'antagonisme entre haute lactation et reproduction existe pour les animaux à potentiel génétique élevé et il n'est pas lié à un quelconque effet "troupeau" comme le montrent SPALDING et al. 1972. Ces auteurs comparent les vaches présentant une lactation supérieure de 907 kg à la moyenne des femelles du troupeau: ils constatent que le taux de fécondité de ces animaux est abaissé aux différents rangs d'insémination (moins de 20,5 % en insémination première), et que les délais séparant le vêlage des inséminations sont allongés (V-I1 est allongé de 12,6 jours) (tableau 23).

Causes:

- La basse fertilité des vaches à haut potentiel laitier a été expliquée par l'antagonisme entre LTH (prolactine), hormone de la lactation, et LH; les facteurs hypothalamiques contrôlant leur décharge sont, en effet, en compétition (CHUPIN 1976). Ceci est corroboré par la fréquence des kystes ovariens chez ces hautes productrices.

- La vache forte laitière couvre à peine ou insuffisamment ses besoins nutritifs au moment du pic de lactation (voir le chapitre: facteurs alimentaires), ce qui correspond à l'époque où la fécondité doit être restaurée, or les déséquilibres alimentaires lus sont néfastes.

- Les perturbations métaboliques engendrées par les régimes concentrés distribués à ces animaux peuvent, aussi, être incriminées. Ces vaches reçoivent des rations comprenant 60 à 70 % de concentrés, au risque du manque de lest s'ajoute le broyage des fourrages: le temps de rumination est raccourci, le contenu ruminal s'acidifie, l'activité cellulolytique de la microflore diminue, les fermentations ruminales se font, alors, en faveur de l'acide propionique et au détriment de l'acide acétique. Pour FRANZOS 1968, cette diminution de la production d'acétate impliquerait dans la synthèse des hormones stéroïdes, expliquerait la baisse de fertilité des grandes laitières.

L'augmentation de la production laitière pousse la vache à la limite supérieure de ses possibilités d'assimilation en quantité et en concentration de la ration, à une période où s'effectue nor-

malement la reprise d'un nouveau cycle reproductif. Ce dernier, ayant certaines exigences métaboliques qui ne peuvent être respectées, sera reporté jusqu'au moment où elles pourront être satisfaites.

CONCLUSION

La reproduction est un phénomène à étages: les manifestations organiques apparaissent en premier, puis vient le comportement, la fécondité se rétablissant en dernier. De nombreux facteurs peuvent retarder ce déroulement ou accentuer la dissociation entre les différentes phases, nous allons les examiner dans la troisième partie.

TROISIEME PARTIE

LES FACTEURS DE FERTILITE

La fertilité, comme tout caractère animal, est l'expression d'un phénotype: c'est à dire la somme d'une aptitude génétique et de facteurs de milieu: Phénotype = Génotype + Milieu.

L'importance de ces facteurs ne peut s'évaluer et se comparer facilement. Si les conditions de milieu peuvent compromettre momentanément toute fécondation, elles n'altèrent pas la qualité de la vache et au pire, pas au delà de la durée de sa vie. Le facteur génétique, quant à lui, ne conduit pas à des échecs passagers spectaculaires, mais à une dégradation progressive passant inaperçue; il n'affecte pas l'animal, mais la race ou l'espèce.

I - FACTEURS GENETIQUES

L'importance des facteurs génétiques sur la reproduction, par rapport au milieu, paraît minime lorsque l'on sait combien elle est affectée par ce dernier et combien les critères de fertilité sont peu héritables. Cependant les différences raciales expriment des aptitudes génétiques qui sont difficiles à dégager par sélection mais que l'on peut utiliser par croisement afin de bénéficier du phénomène d'hétérosis (surtout pour les races bovines bouchères où l'obtention de veaux est le seul critère de productivité).

1) Aptitude génétique à la fertilité

A - Caractère génétique individuel de la fertilité

Chez une même vache la fertilité n'est pas constante au cours de sa vie, sa répétabilité d'un vêlage sur l'autre est très faible selon ASDELL 1968, SALISBURY et al., ces derniers donnent un coefficient de répétabilité de 0,086 pour le taux de fécondation. Ceci est confirmé par les observations de DUNWARDS et al. 1969: dans un troupeau, après le part, les femelles sont classées en deux groupes, l'un à haute fécondité: 76,2 % de non retour en oestrus, l'autre à faible: 50,2 % ce qui donne une différence de 25,8 %; l'année suivante, après un nouveau vêlage, la différence entre les deux lots

n'est que de 2,5 %. Cependant une bonne répétabilité de l'oestrus à la première ovulation est rapportée.

B - Héritabilité de la fertilité

Le rôle imperceptible de la génétique sur la fertilité est souligné par la faiblesse des coefficients d'héritabilité relevés par THIBIEP cité par GASTINEL 1976 (tableau 24): ces coefficients oscillent entre 0,08 et 0,13 pour la durée entre les vêlages. Cependant il apparaît des différences raciales qui montrent que cet effet n'est pas nul.

C - Rôles des facteurs génétiques

On peut les déceler par la comparaison entre familles (descendance de taureaux) ou entre les performances de différentes races

a) Rôle sur la précocité

Au centre d'insémination artificielle de Soual, des différences raciales d'âge au premier oestrus (oestrus détectés par des mâles vasectomisés) ont été mises en évidence: chez les génisses de races bouchères, l'âge moyen au premier oestrus est de 420 jours, mais la proportion de génisses cyclées à cette date varie selon les races (MAULEON 1972):

- charolais croisé gascon: 17 % de non cyclées à 420 jours
- charolais: 22 %
- gascon: 41 %
- blond: 83 %

A l'intérieur d'une race, il existe des variations familiales. ORTAVANT 1972 rapporte les performances de 184 génisses charolaises de la station d'Agonges, élevées dans des conditions identiques de sevrage; l'âge moyen au premier oestrus est de 395 jours (pour un poids moyen de 359 kg), il se répartit ainsi:

- à 12 mois: 27 % des génisses ont été en chaleur
- à 15 mois: 82 %
- à 18 mois: 95 %

Ces génisses étaient issues de 9 taureaux, selon le père la proportion de femelles cyclées à 12 mois passe de 4 à 64 %, à 15 mois de 76 à 95 %

b) Rôle sur l'oestrus

Critères	Races	Nombre de taureaux	h^2	Auteurs
Intervalle entre sélagés	Holstein	117	0,08	EVERETT et al. 1966
	FFPN	12	0,08	GASTINEL 1973
	Montbéliarde	15	0,13	DERRIER 1973
	Angus		0,03	SCHALLES 1967
	Guernesey	175	0,10	EVERETT et al. 1966
Nombre de mises à la reproduction par conception	Holstein	117	0,03	EVERETT et al. 1966
	PN allemande	271	0,19	ZELFEL 1954
	FFPN	12	0,03	GASTINEL 1973
	Montbéliarde	10	0,10	DERRIER 1973
	Finnoise	839	0,18	MAIJALA 1969
	Guernesey	175	0,05	EVERETT et al. 1966

Tableau 24: Valeurs estimées des coefficients d'héritabilité (THIBIER cité par GASTINEL 1976).

Race des vaches	Taux de non retour écart à la pie-noire
Pie-noire	0 (70,7 %)
Montbéliarde	- 0,2
Normande	+ 1,5
Brune des Alpes	+ 1,9
Aubrac	+ 2,9
Gasconne	+ 2,3
Salers	+ 2,6
Aubrac-Brune	+ 2,5
Charolais	+ 3,2
Blonde	- 0,6
Pie-noire - limousine	+ 3,6
Brune-Limousine	+ 2,3

Tableau 25: Fécondité des femelles selon la race (COOPELSO 1972 statistiques 1970).

Cet effet est particulièrement net chez les ovins où la durée de l'oestrus est de 48 à 72 heures pour les brebis de race romane au lieu de 36 à 48 heures pour les mérinos, mais il se retrouve chez les bovins, chez lesquels les races bouchères manifestent moins bien leur oestrus que les laitières.

c) Rôle sur la fécondité

Le taux de non retour en oestrus varie lors de l'insémination de femelles de races diverses avec des taureaux limousins, la différence atteint 4,2 % entre les vaches de race blonde et les croisées pies-noires - limousines (tableau 25).

d) Rôle sur la gemellité

L'héritabilité de la gemellité est très faible (CADY et VAN-VLECK 1978). Cependant, la proportion de naissances de jumeaux diffère sensiblement selon les races comme l'indique le tableau 26 établi par GASTINEL 1976 d'après l'indexation des femelles allaitantes par l'INRA-ITEB 1974.

Race	Effectif	Taux de gemellité %
Limousine	18 343	0,78
Gasconne	1 335	0,97
Blonde d'A.	4 850	1,15
Salers	4 086	1,42
Aubrac	1 331	1,73
Charolaise	53 859	3,37
Maine-Anjou	4 660	5,55

Tableau 26: Taux de gemellité en fonction de la race (GASTINEL 1976)

La gemellité n'est généralement, pas recherchée et ERB et al. 1959, CADY et al. 1978 en souligne les inconvénients chez les animaux de race holstein: dystocies plus fréquentes, pertes néonatales plus élevées (41 % des veaux mâles et 36 % des femelles pour ERB; mortalité quatre fois plus forte pour CADY), nombreux accidents dans le post-partum, impossibilité d'élever les génisses jumelles de mâles. Cependant, chez les races bouchères, une naissance double laisse en moyenne 1,7 veaux sevrés par vêlage, ce qui est apprécié.

pour les races à fort taux de gémellité (GASTNEL 1976).

D - Conclusions

- Nous venons de voir les points particuliers sur lesquels se manifestent les différences raciales de la reproduction, mais elles existent au niveau de la productivité globale, comme le démontre la comparaison de quatre races: Maine-Anjou (M.A.), charolaise (CH), limousine (LI), hereford (HE); par BIBE et al. 1974. La limousine présente un taux de vêlage et une moyenne de veaux sevrés par an et par vache entretenue supérieurs aux autres races. (tableau 27) (Les résultats des animaux de race hereford sont à considérer avec précaution, car ces vaches n'ont pas eu les mêmes conditions d'élevage).

- La fertilité ne peut être améliorée facilement par sélection, les coefficients d'hérédité étant beaucoup trop faibles, mais les variations raciales et familiales indiquent un substrat génétique pour la reproduction. Cependant, si le progrès est difficile, la détérioration, par diffusion de caractères héréditaires, est toujours menaçante:

- . par sélection, avec des critères de productivité, de facteurs de moindre fertilité: ainsi dans les lignées charolaises culardes, 50 % des génisses sont cyclées à 18 mois contre 100 % dans un lot témoin (ORTAVANT 1972)
- . par diffusion de tares héréditaires, entraînant la stérilité d'une fraction croissante de la population, dont les plus connues sont l'infantilisme génital du bétail suédois et la maladie des génisses blanches en race shorthorn (hypoplasie mullerienne).

- La sélection ne permettra pas de progrès spectaculaires de la fertilité, mais dans son schéma, elle doit inclure un contrôle de la reproduction, car l'altération de celle-ci peut avoir des conséquences désastreuses par la large répartition que peut en faire l'insémination artificielle.

2) Effet de l'hétérosis

L'hétérosis est le phénomène par lequel un sujet issu de parents

de races différentes, présente une vigueur ou des qualités supérieures à celles de ses parents.

Cette faculté existe pour la reproduction, elle a surtout été recherchée chez les races à viande, car le nombre de veaux par vache est le seul critère de production et elle était déjà utilisée pour la croissance et la vigueur du jeune.

L'hétérosis s'emploie à deux niveaux:

- lors du croisement de deux races pures et c'est l'embryon qui manifeste une meilleure vitalité,
- lors de la mise à la reproduction d'animaux croisés qui expriment une meilleure rusticité.

L'effet de l'hétérosis s'explique par la diminution de la mortalité embryonnaire: ainsi lors de reproduction intra-race, elle s'élève à 28,4 % contre 19,2 % dans les croisements inter-races (DUNWARDS et al. 1969).

A - Sur la fécondité

a) Croisement de deux races pures

COLLEAU 1972 compare trois races bovines: holstein (HF), normande (NO), charolaise (CH) et leurs croisements avec la normande (tableau 28). Malgré les faibles effectifs, on constate: tout d'abord des différences raciales: l'indice coïtal varie de 1,77 (NO) à 2,5 (HF), V-If de 110 jours (NO) à 141 (HF); mais surtout la nette supériorité de la fertilité des vaches normandes inséminées par des taureaux holsteins par rapport à celle des deux races pures d'origine: V-If de 105 jours lors du croisement alors qu'il est de 110 jours pour les inséminations en race normande pure et de 141 en race holstein pure. Cette amélioration de la fertilité n'est pas retrouvée lors du croisement charolais x normand.

b) Vaches croisées

Les expériences de TUPNER et al. 1968 et PRENTISS et al. 1968 montrent la supériorité des vaches croisées issues des races angus (A), brahman (Bm), brangus (Pr), hereford (He), sur les animaux de races pures (tableau 29). Cependant l'amélioration de la fécondité est surtout marquée dans les croisements faisant intervenir la race brahman, le pourcentage de supériorité dépassant, alors, 17 %.

Race	Nombre de génisses	Génisses		Vaches 3 ans		Vaches 4 ans taux vêlage	Moyenne/an/vache engendrée
		Taux vêlage	Taux sevrage	Taux vêlage	Taux sevrage		
M.A.	69	68,1	52,2	70,1	62,7	67,2	0,59
CH	67	64,6	41,5	77,8	57,1	67,2	0,54
LI	66	77,3	51,5	71,9	64,1	82	0,64
HE	24	66,7	37,5	62,5	50,0	85,7	0,55

Tableau 27: Productivité numérique de 4 races à viande (BIOE et al. 1974).

Accouplement ♂ ♀	Effectif début	Stériles 1er vêlage	Mises à la reproduction				Vél.-Vél (jours)
			Nombre	IA/Gest.	Vél-IA le (jours)	Vél-Féc. (jours)	
HF HF	17	1 = 6 %	46	2,50	83	141	421
HF NO	26	1 = 4 %	65	1,46	82	105	382
NO NO	58	7 = 12 %	133	1,77	77	110	395
CH NO	26	3 = 12 %	64	1,80	80	109	395
CH CH	19	6 = 32 %	33	1,94	93	120	410

Tableau 28: Comparaison holstein, normand, charolais et leurs croisement (COLLEAU 1972).

Type génétique	Moyenne croisées*		Moyenne parents		Différence		Avantage: % de supériorité
	1	2	1	2	1	2	
A x Bm	78,6	80,3	66,5	63,2	12,1*	17,1	18,1*
A x Bg	69,1	70,9	65,4	64,1	3,7	6,8	5,6
A x He	69,7	73,4	65,4	60,5	4,3	12,9	6,6
Bm x Bg	78,4	78,7	66,8	66,1	11,6*	12,6	17,4*
Bm x He	85,6	89,3	66,8	62,5	18,8**	27,4	28,1**
Bg x He	71,1	82,2	65,6	63,4	5,5	18,8	8,4

Différence significative au seuil de * 5 %, ** 1 %

1: TURNER et al. 1968

2: PRENTISS et al. 1968

Tableau 29: Effet d'hétérosis sur le taux de vêlage.

	Hétérosis: (croisées - races pures)
sur la fécondité (en %)	
- fécondation à la 1ère I.A.	6,6 *
- taux de gestation	5,6 **
- gestantes à l'automne	5,2 **
- vêlages à termes	6,1 **
sur la viabilité (en %)	
- veaux nés vivants	- 0,2
- veaux vivants à 15 jours	1,0
- veaux sevrés	0,0

Significatif à * 1 %, ** 5 %

Tableau 30: Effet d'hétérosis sur la viabilité du veau et la fertilité (CUNDIFF et al. 1974).

Cet effet d'hétérosis n'est pas retrouvé par PEACOCK et al. 1977 avec les métis des races angus, charolais, brahman. Ces auteurs remarquent un taux de fécondation différent selon la race du taureau: 79,1 % pour le charolais, 74,4 % pour l'angus, 82,3 % pour le brahman (pourcentage de fécondation pour toutes les vaches de races pures ou croisées); mais les vaches croisées ont un taux de fécondation (77,1 %) inférieur aux vaches de race pure (81,5 %).

B - Effet sur la viabilité du veau et la fertilité

Une étude de CUNDIFF et al. 1974 portant sur 687 mises à la reproduction de femelles croisées et 570 de femelles de race pure, montre que la fertilité bénéficie de l'hétérosis mais pas la viabilité des veaux (tableau 70). Les races utilisées sont les races: angus, hereford, shorthorn. La fécondité est améliorée d'une manière plus ou moins importante pour tous les croisements, par contre, l'intervalle vêlage - premier oestrus n'est raccourci significativement que pour les métis angus-shorthorn (raccourcissement de 6 jours: cet intervalle passe de 60 jours pour les animaux de races pures à 54 jours pour les croisés).

Pour PEACOCK et al. 1977 la fréquence des dystocies augmente chez les vaches croisées, le pourcentage de survie des veaux y est également inférieur par rapport aux animaux de races pures, sauf pour le croisement brahman x charolais chez lequel cette proportion est meilleure.

C - Facteurs de variation

Les résultats qui viennent d'être exposés, confirment l'existence des effets de l'hétérosis dans la reproduction, mais ils ne sont bien marqués que sur la fécondité et ils ne sont pas constants.

a) La race

L'amélioration de la fécondité n'apparaît pas avec la même intensité dans tous les croisements:

- lors du métissage de l'embryon, seul le croisement holstein x normand permet une fertilité supérieure à l'insémination en races pures, le croisement charolais x normand étant intermédiaire entre les races pures d'origine

- pour les vaches métisses, les travaux de TURNER et al. et PRENTISS et al. montrent une supériorité importante par rapport aux parents chaque fois qu'intervient la race brahman. Quant à PEACOCK, il n'obtient pas de résultats positifs avec les races qu'il utilise (sauf pour la survie des veaux avec les croisées charolais x brahman).

L'hétérosis n'est donc pas systématique quelles que soient les races.

b) le sens du croisement

Il ne semble pas avoir d'importance (GASTINEL 1976)

c) Le type de croisement

DICKERSON cité par GASTINEL 1976 indique un accroissement des effets de l'hétérosis lorsque le nombre de races intervenant augmente (figure 12). Ce que confirme PRENTISS et al. 1968 en trouvant une meilleure fécondité lorsque taureaux et vaches sont méti-

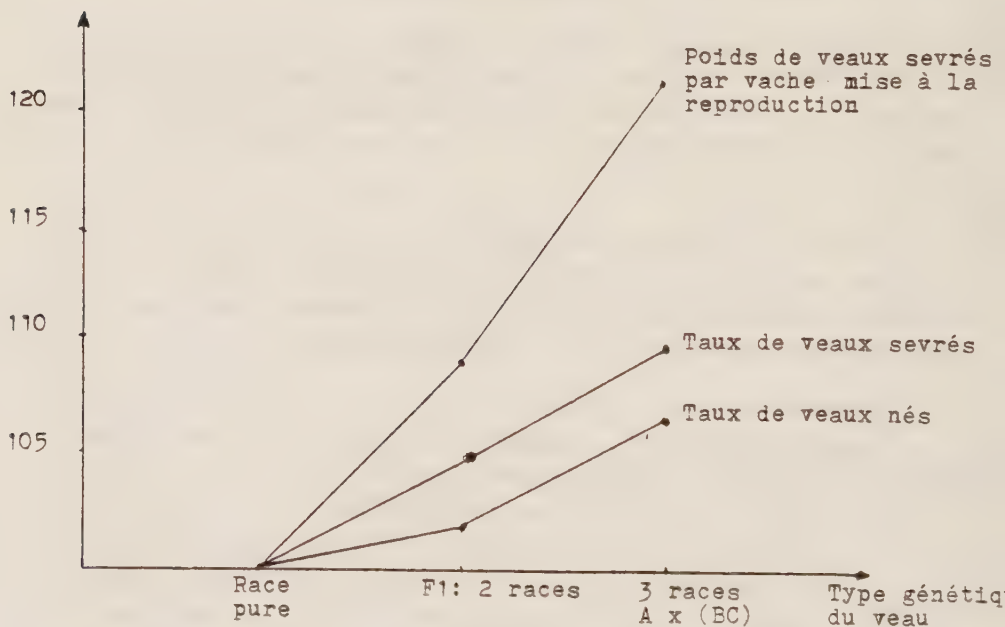
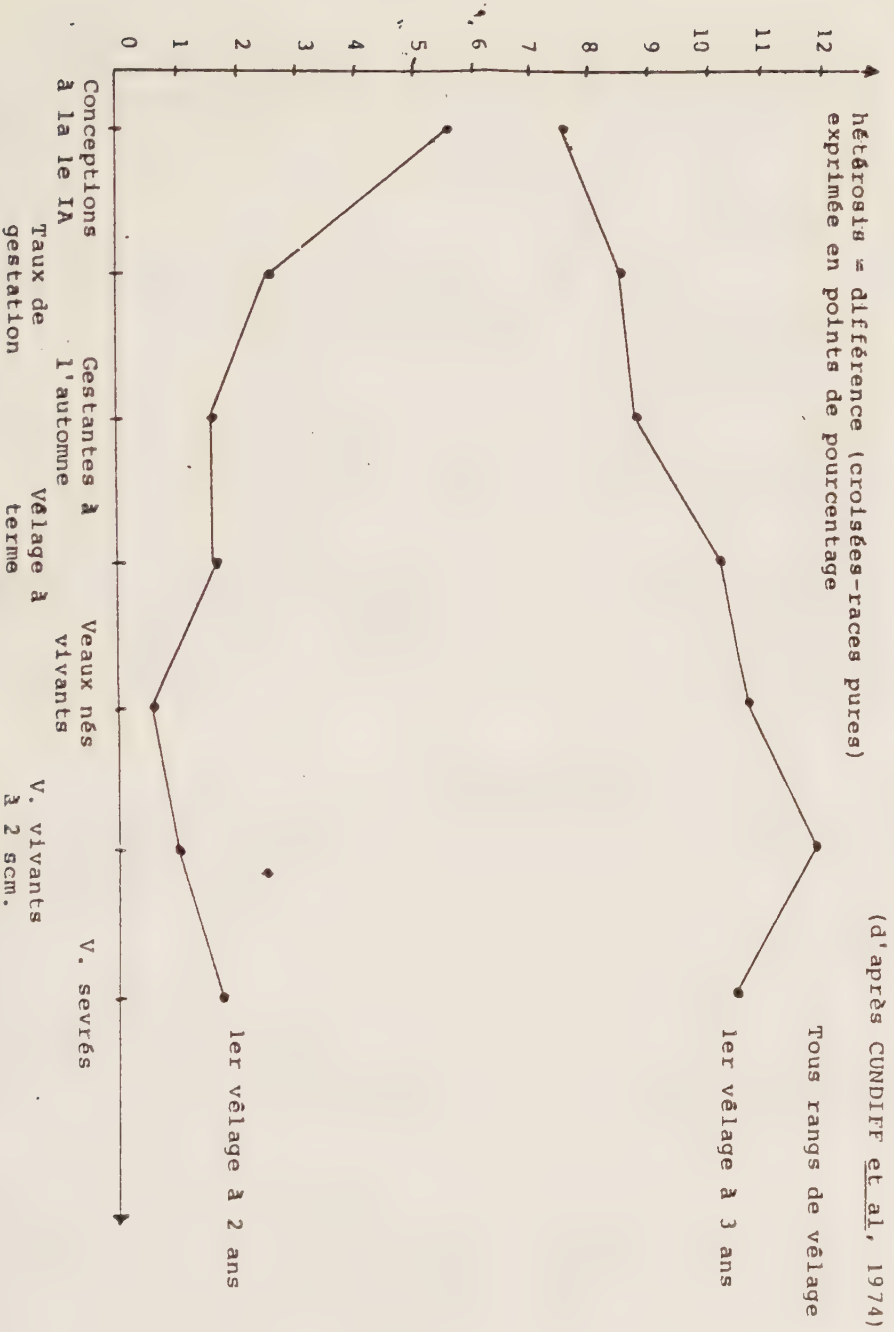


Figure 12: Type de croisement et hétérosis (DICKERSON cité par GASTINEL 1976).

Figure 13: Interaction de l'hétérosis et de l'âge au premier vêlage



d) Age

L'effet de l'hétérosis est fortement diminué si on pratique un vêlage précoce à deux ans au lieu de trois ans, non seulement les performances sont moins bonnes au premier inter-vêlage mais ensuite toute la durée de la vie de l'animal (figure 13: CUNDIFF)

3) Conclusion

Nous venons d'examiner les deux méthodes d'amélioration génétique de la fertilité: la sélection et le croisement. On ne peut attendre de résultats substantiels de la première, mais on ne doit pas perdre de vue la reproduction lors de la sélection de caractères de production, car des facteurs de stérilité qui sont, eux, fortement héréditaires peuvent se propager dans la population.

Quant au croisement c'est une méthode qui peut être utilisée, mais on ne peut guère l'appliquer qu'aux races bouchères chez les quelles l'hétérosis est déjà employé pour la croissance du jeune. En effet la lactation est améliorée par sélection, les croisements en annuleraient le bénéfice, néanmoins l'insémination par des taureaux de race différente peut augmenter la fécondité et ainsi diminuer les pertes de temps après le vêlage de la vache laitière.

II - LES FACTEURS D'ENVIRONNEMENT

Ce sont des facteurs sur lesquels l'éleveur n'intervient pas directement: climat, température, habitat, sociologie animale, âge; il est contraint de s'en accommoder en aménageant son exploitation pour essayer de les contrôler.

1) Les saisons

Les variations saisonnières de la fertilité résument bien le rôle du milieu, elles sont dues, en effet, à des modifications combinées d'alimentation, de température, de lumière, Elles se manifestent à tous les stades de la reproduction.

A - Activité cyclique des génisses

Les études effectuées par l'INPA et l'UNCTIA (PETIT et al. 19) portant sur des génisses charolaises et salers, montrent une forte baisse de la proportion de femelles cyclées pendant l'hiver. Les génisses, pubères normalement vers 15 à 18 mois, ont presque toute une activité ovarienne en fin d'automne et début d'hiver: 90 % de



Figure 14: Cyclicité des génisses de races à viande ou rustique (PETIT et al. 1977).

Mise au maturation	Jours après le vêlage								TOTAL
	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	>90	
0 à 60 j près le part	1	1	5	7	1	1	2	3	21
cyclées cumulé	4,8	9,5	33,3	66,7	71,4	76,2	85,7	100	
à 30 j près le part	0	5	10	5	4	3	-	1	28
de cyclées	0	17,8	53,6	71,4	85,7	96,4		100	
avant le part	6	3	3	3	2				14
cyclées	42,8	64,3	85,7	100					

Tableau 31: Influence de l'intervalle vêlage-mise à l'herbe sur la reprise d'activité ovarienne post-partum (PETIT et al 1977).

salers sont cyclées en décembre, 84 % en janvier; cette proportion tombe à 56 % à la fin de l'hiver. Le niveau redevient normal au mois de mai ce qui correspond à la remise à l'herbe (figure 14). La dépression hivernale de la proportion de génisses cyclées, s'explique par les mauvaises conditions alimentaires, le manque d'activité physique (période de stabulation) en fin d'hiver, ce que corrige la remise à l'herbe.

B - Reprise de l'activité cyclique des vaches

L'influence de la remise à l'herbe se retrouve chez les vaches allaitantes. Lorsqu'elle est proche de la mise-bas, la reprise de l'activité ovarienne est plus rapide: le pourcentage de femelles cyclées entre le 21ème et le 30ème jour du post-partum est de 4,8 % quand la remise à l'herbe a lieu 30 à 60 jours après la mise-bas, contre 42,6 % quand elle a lieu avant (tableau 31).

L'effet dépressif de la période de stabulation porte sur trois points:

- l'alimentation défectueuse
- le manque d'exercice physique
- le manque de lumière.

C - Fécondité

Le rôle du climat et de la saison est bien illustré par la figure 15 (ORTAVANT 1976):

- climat tempéré dans le Jura (observation sur 300 000 inséminations premières pendant 7 ans): on constate une dépression de la fécondité au printemps, le taux de non retour en oestrus est de 63 à 64 % d'avril à juillet; et un maximum en automne et en hiver, le taux de non retour est de 71,3 % d'octobre à février
- climat chaud aux U.S.A (32-35° de latitude), il y a une chute très marquée de la fécondité en été correspondant aux températures élevées de la saison.

La baisse de fécondité observée dans le Jura est uniquement liée à la femelle, car l'utilisation de sperme congelé récolté en automne et au printemps montre des variations parallèles du taux de fécondation avec chute dans les deux cas au printemps, de plus le sperme récolté pendant cette saison est plus fécondant que

○: Sperm collected in spring
 △: Sperm collected in autumn

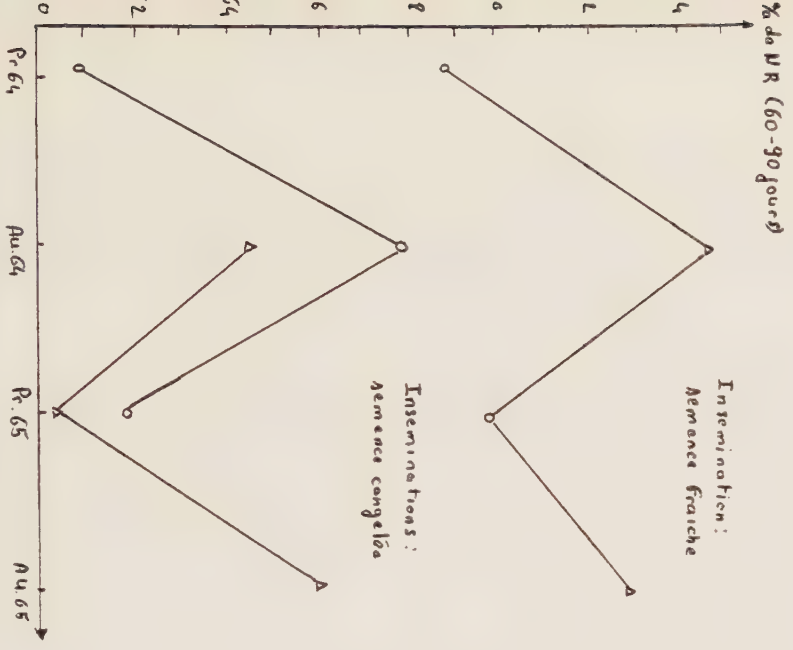


Fig. 16: Influence de la saison de récolte du sperme sur la fécondité (CONTINUANT 1972)

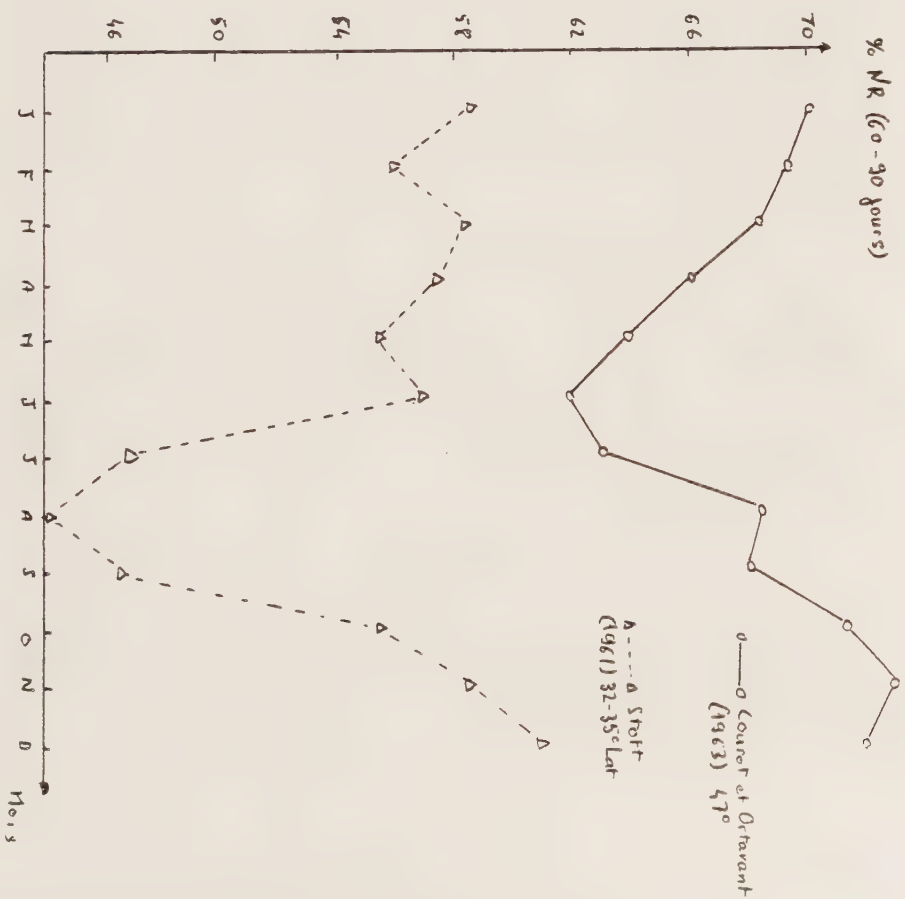


Fig. 15: Variations saisonnières et climatiques de la fécondité (CONTINUANT 1972)

celui d'automne (figure 16).

DE KRUIF 1978 signale aussi une dépression saisonnière de la fécondité en région tempérée, mais il la situe en automne.

D - Intervalle entre les vêlages

Dans le Jura, l'intervalle entre les vêlages est minimum quand le part a lieu d'avril à juin, et les vaches qui vêlent à cette époque sont inséminées plus tôt: 50 % dans les 60 premiers jours du post-partum contre 20 % dans le même temps en automne et en début d'hiver. Cette insémination plus précoce permettrait d'expliquer la diminution de la fécondité observée au printemps dans cette région, on a vu, en effet, que cette dernière demande un certain délai pour se rétablir.

A la suite de cette enquête dans le Jura rapportée par ORTAVANT 1972, on peut dire que la fécondité diminue au printemps à la suite d'une conduite différente de la reproduction (insémination plus précoce), mais que la fertilité est meilleure à cette saison, les intervalles entre les vêlages étant plus courts.

Le retard des inséminations en automne est dû à une reprise plus tardive de l'activité ovarienne, un retard de trois semaines de l'apparition du premier oestrus est, en effet, signalé (92).

C - Taux d'ovulation

La fréquence des naissances gémellaires est minimum pour les vêlages de septembre à décembre, ce qui correspond à des ovulations de décembre à février; elle augmente pour les vêlages de décembre à janvier: ovulations de mars à avril. Il y a un accroissement du taux d'ovulation au début du printemps puis il se maintient jusqu'en automne (ORTAVANT 1976). La cause précise de ce phénomène est mal élucidée.

Les saisons modifient la fertilité par l'intermédiaire des variations de température, de lumière, d'alimentation, d'activité des animaux. Le printemps semble avoir le meilleur effet en favorisant la reprise de l'activité sexuelle ce qui permet des inséminations plus précoces, et ainsi, une réduction de l'intervalle entre les vêlages.

2) La température

A - Basse température

Les bovins sont peu sensibles aux basses températures grâce à la chaleur fournie par les fermentations ruminales.

B - Haute température

De nombreuses expériences, surtout en Israël et aux Etats Unis, rapportent l'effet néfaste de la chaleur sur la fertilité. Ainsi des génisses shorthorn atteignent la maturité sexuelle à 13 mois si elles sont élevées à la température ambiante de 27° C au lieu de 10 mois à 10° C. Des vaches placées dans des chambres climatiques (à 32° C puis 38° C) voient leur fécondité puis leur activité ovarienne diminuée et enfin annulée d'autant plus qu'elles sont soumises à de hautes températures et que la transition avec celle d'origine est plus brutale (J. BOND cité par ORTAVANT 1976). Enfin les taux de fécondation sont fortement déprimés pendant les mois chauds de l'année dans les pays subtropicaux (figure 15).

L'accroissement de la température rectale de 1° C douze heures après l'insémination, fait passer le taux de gestation de 61 % à 45 %, il se produit, chez les animaux de race jersey, quand la température extérieure passe de 18-24° C à 32-35° C; pour les holsteins, dans les mêmes conditions, il est de 1,4° C. (GWASDANSKAS et al. 1973). Selon ces auteurs, le rôle de la chaleur est très important le jour et le lendemain de l'insémination.

La baisse de fécondité s'explique par une mortalité embryonnaire accrue; en effet, l'oeuf qui vient d'être fécondé est très sensible à la chaleur comme le montrent ALLISTON et al. cités par ORTAVANT 1976 en transplantant des oeufs fécondés ou non de brebis soumises à un traitement thermique: Les embryons transplantés sont victimes d'une forte mortalité lorsque le donneur a été exposé à la chaleur, seul 10 % survivent au lieu de 56 % chez un lot témoin; une telle différence n'apparaît pas lors du transfert d'ovules non fécondés (tableau 32).

Des modifications hormonales accompagnent les effets de la chaleur, mais il ne semble pas qu'elles soient la cause de l'anœstrus provoqué par celle-ci, elles en seraient plutôt les témoins. Ainsi, ROSENBERG et al. 1977 indiquent que pendant l'été le taux

Sorte de transplantation		Nombre de transplantation	Survivant (25-30 jours)	
Donneur	Receveur		oeufs non fécondés	embryons à 8 cellules
contrôle	contrôle	23	35 %	56 %
soumis à la chaleur	contrôle	21	47 %	10 %

Tableau 32: Survie des embryons après transfert chirurgical d'oeufs non fécondés ou d'embryons à 8 cellules entre brebis soumises à la chaleur et animaux de contrôle (ALLISTON et al. cités par ORTAVANT 1976).

Race	Age des génisses	Parcours	Stabulation libre	Stabulation entavée
charolaise	2 ans	52 % (54)*	37 % (112)	28 % (575)
salers	2 ans	-	71 % (87)	45 % (121)
salers	1 an	-	21 % (19)	15 % (45)

Tableau 33: Influence du mode de stabulation hivernale sur l'activité ovarienne: génisses de races à viande ou rustiques (PETIT et al. 197).

Taille du troupeau	Effectifs	% de vêlage en I1	Effectif	V-If	Effectifs	V-I
1-10	2790	61,1	1786	113,5	1808	97,8
11-20	20549	61,2	13300	108,4	13536	92,6
21-30	23737	59,2	14920	106,1	15292	89,6
31-40	14769	58,1	8782	103,2	9005	87,9
41-50	6093	57,2	3982	102,1	4070	86,4
51-60	34000	57,3	18895	101,8	1954	86,8
>60	3045	55,6	1560	99,0	1622	85,0
TOTAL	75310	59,3	46225	105,7	47311	89,9

Tableau 34: Taille du troupeau et fertilité (DE KRUIF 1975).

*(): effectifs

plasmatique de progestérone est moins élevé pendant la phase lutéale, par contre, il est plus élevé le jour de l'oestrus (ROSENBERG et al. 1977)(GWASDANSKAS et al. 1973). La progestéronémie élevée pendant l'oestrus aurait une origine surrénalienne à la suite de la sécrétion accrue d'ACTH provoquée par l'effet "stressant" de la chaleur (GWASDANSKAS et al. 1973).

Il existe des aptitudes raciales à la résistance à la chaleur:

- ainsi les génisses Santa-Gertrudis n'ont pas leur puberté retardée par la chaleur comme les shorthorns (voir page 65),
- la fécondité diffère selon les races en climat subtropical (GWASDANSKAS et al. 1975):
 - . Ayrshire: 33,8 % de fécondation en I1
 - . Brown-Swiss: 34,6 %
 - . Holstein: 35,5 %
 - . Guernesey: 37,0 %
 - . Jersey: 48,4 %

3) La lumière

La lumière ne joue pas un grand rôle chez les bovins. Néanmoins, MAULEON 1972 signale des modifications de la longueur des cycles oestruaux chez les génisses âgées de 12 à 15 mois, en fonction de leur date de naissance, dues probablement aux différences de rythme nycthémeral; pour les génisses nées:

- en automne le cycle sexuel dure 20,5 jours
- au printemps 25 jours.

De plus, ORTAVANT 1976 note des variations de la fertilité suivant la durée du jour en citant deux auteurs:

- SWEETMAN qui obtient un meilleur taux de détection de l'oestrus en éclairant les vaches 14 heures par jour, l'éclairage diurne étant de 8 heures à la latitude et au moment de l'expérience,
- KORDTS qui signale un taux de conception deux fois plus faible chez les vaches soumises à 18 heures d'éclairage par jour par rapport aux femelles entretenues dans des conditions normales.

4) Le mode de stabulation

Le mode de stabulation peut favoriser les manifestations de l'oestrus et, ainsi, faciliter sa détection, ce qui permet de raccourcir l'intervalle V-I¹ en inséminant plus tôt.

Le tableau 33 établi par PETIT et al. 1977, d'après les conditions d'élevage des génisses de races à viande ou rustiques, explicite cette influence: la proportion de femelles cyclées est plus importante lorsque le mode de stabulation permet une activité physique; stabulation libre ou avec parcours.

Ce résultat est confirmé par KING et al. 1976 qui comparent un groupe de 136 vaches holsteins en stabulation libre avec un autre de 283 en stabulation entravée. Ils n'observent pas de différence entre les deux groupes pour l'activité ovarienne anormale de même pour l'apparition des premières, deuxième, troisième ovulations qui se font respectivement le 19,5ème, 44,4ème, 63,6ème jour après le part. Mais l'oestrus est détecté plus tôt dans le premier groupe: $34,5 \pm 12,8$ jours après le part, que dans le second: $56,6 \pm 26,5$ jours. D'autre part la proportion d'oestrus détectés aux différents rangs d'ovulations n'est pas la même:

% d'oestrus détectés à la	1ère	2ème	3ème ovulation
stabulation libre	50 %	94 %	100 %
stabulation entravée ⁴	20 %	44 %	64 %

⁴Détection de l'oestrus sur l'aire d'attente de la salle de traite (cette formule n'étant pas la meilleure comme nous l'avons vu page 25).

Il n'y a donc pas de différence d'activité ovarienne, mais une difficulté de détection de l'oestrus lors de stabulation entravée, associée à une moindre intensité de celui-ci. La stabulation libre, au contraire, permet une meilleure extériorisation de signes oestriques, en facilitant les rapports sociaux (chevauchements), elle favorise le redémarrage des cycles sexuels après le vêlage, particulièrement chez les primipares (DE KRUIF 1978). La différence entre les deux modes de stabulation s'estompe au moment de la mise à l'herbe, les rapports sociaux et l'activité physique sont alors rétablis.

5) La taille du troupeau

La littérature signale une baisse du taux de gestation quand

croît la taille du troupeau, mais DE KRUIF 1978 constate que, dans les grands troupeaux, la mise à la reproduction est plus précoce (ce fait à lui seul peut expliquer la diminution de la fécondité) et l'intervalle vêlage-fécondation plus court. Les conditions n'étant pas identiques, on ne peut pas juger facilement ce facteur.

SPALDING et al. 1975 soulignent aussi cette baisse de fécondité avec la taille du troupeau, mais en même temps, il y a augmentation de la production laitière et on ne peut pas faire la part des deux facteurs.

L'influence de la taille du troupeau est, donc, difficile à cerner, car elle s'accompagne d'une gestion et d'une maîtrise de l'élevage différente: les grands troupeaux étant conduits par des éleveurs plus jeunes et plus dynamiques, il s'ensuit une intensification de la production et de la reproduction au détriment de la fécondité.

Cependant, l'étude du comportement animal montre que:

- l'augmentation des effectifs permet un retour en chaleur plus rapide (92), les chevauchements sont plus fréquents et le diagnostic de l'oestrus est facilité.
- un trop grand nombre d'animaux ne permet pas d'établir une hiérarchie stable, les vaches ayant besoin d'un certain temps pour se reconnaître. D'autre part, l'introduction fréquente de nouveaux sujets perturbe l'échelle sociale. L'altération de la hiérarchie dans un troupeau se traduit par un état de stress qui n'est pas favorable à une bonne fécondité et le comportement sexuel est détourné au profit de celui d'agressivité (WAGNER 1974).

6) L'âge

La fertilité diminue avec l'âge, ainsi GWASDANSKAS et al. 1975 constatent une baisse de fécondité:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| - génisses: | 47,6 % de conception en I1 |
| - jeunes vaches: | 42,7 % |
| - vaches plus vieilles: | 31,9 % |

Ces observations ont été faites en climat subtropical ce qui explique leur médiocrité.

DE KRUIF 1978 a précisé cet effet de l'âge. Il y a, en effet,

Age (ans)	Effectif	Taux de fécondation	Effectif	V-If (jours)
2	15 328	55,9 %	8 880	109,9
3	16 019	60,5 %	10 476	105,7
4	13 013	63,0 %	9 000	103,4
9	2 321	53,6 %	1 161	106,0
13	325	42,0 %	107	110,9

Tableau 35: Influence de l'âge sur la fertilité (DE KRUIF 1978).

Lactation N°	1-5	6	7	8	9	10
Nombre de données	953	35	16	7	3	1
I/If	2,03 à 2,29	2,71	2,43	2,86	3,33	3,95
I1-If	30 à 38	52	62	62	103	113
V-V	398 à 412	425	442	448	467	478

Tableau 36: Effet du rang de lactation sur la fertilité (MASTOUKA et al. 1975).

décroissance de la fécondité et allongement de l'intervalle vêlage-fécondation, mais pas de manière continue: les primipares ont plus de difficulté de reproduction que les vaches de trois quatre ans (tableau 35). Cet auteur explique ce phénomène par la fréquence des accidents du part, chez les premières, qui retardent la reprise de l'activité ovarienne; la comparaison des primipares sans rétentions placentaires avec les multipares ne montre pas de différence. On peut toutefois remarquer que la diminution de la fertilité ne devient sensible qu'à partir de neuf ans, et MASTOUKA et al. la signalent à partir de la 5ème lactation (tableau 36).

Les tableaux 35 et 36 montrent une dépression de la fertilité qui est, malgré tout, assez tardive, seulement ces résultats ne tiennent pas compte des réformes car ils ne portent que sur des animaux ayant développé une gestation. On peut cependant admettre une évolution triphasique de la fertilité:

- un faible niveau chez les primipares correspondant à de plus grandes difficultés de vêlage pour ces femelles
- une amélioration chez les vaches de trois quatre ans

qui vèlent plus facilement, mais aussi les femelles sub-fertiles de cet âge ont été réformées, ce qui ne laisse pour les statistiques que des animaux satisfaisants
- enfin une diminution mais qui est assez tardive.

III - LES FACTEURS ALIMENTAIRES

Le niveau de production atteint par les vaches laitières a accru leur sensibilité aux facteurs alimentaires, de sorte que toutes fausses manœuvres peut entraîner de graves conséquences pour la fertilité, en raison de l'équilibre précaire dans lequel se trouve ces femelles au moment de la mise à la reproduction. C'est pour cela qu'une maîtrise de l'alimentation est indispensable à tous les stades.

1) Alimentation des génisses

Chez les bovins, la puberté est déterminée par le poids vif de l'animal plus que par l'âge. WOLTER 1974 situe ce poids vers 250-270 kg pour les génisses de races améliorées, PACCARD 1977, à 40 % du poids de l'adulte.

Ainsi la vitesse de croissance déterminera la précocité sexuelle: SORENSEN cité par OPTAVANT 1972 signale que l'âge de la puberté est de 11,5 mois pour des génisses holsteins élevées avec un haut niveau énergétique, de 17 mois avec un faible niveau.

Les normes de croissance admises sont un gain moyen quotidien (GMQ) de 600-750 g/j de la naissance à 9 mois, 800 g/j étant le niveau qu'il ne faut pas dépasser, et 400 g/j semble être le seuil en dessous duquel il ne faut pas descendre de 9 mois à l'insémination (PACCARD 1977). PENDLUM et al. 1977 ne trouvent pas de différence pour trois niveaux d'énergie permettant des GMQ de 108 à 273 jours de: 530 g/j, 620 g/j, 740 g/j.

A - Influence de la sous-alimentation

La sous-alimentation ne permet pas d'atteindre la maturité sexuelle assez tôt afin d'obtenir un vêlage à deux ans, de plus, si les génisses sont inséminées peu après leur puberté, leur croissance insuffisante pendant la gestation peut être à l'origine d'accidents au vêlage par manque de stature, compromettant, ainsi, l'avenir de l'animal.

Les génisses sous-alimentées sont moins fécondes que celles qui sont nourries correctement (tableau 37). Cependant, elles présentent une bonne longévité (30 % des animaux vèlent sept fois) et le taux de réforme pour stérilité est relativement faible (27,6 %) (tableau 38).

La sous-alimentation modérée n'est donc pas catastrophique, mais elle retarde le premier vêlage et allonge l'intervalle parturition par diminution de la fécondité, son principal effet consiste en un manque à gagner.

I/If	Niveau d'alimentation		
	bas	moyen	élevé
1ère gestation	1,30	1,17	1,52
2ème gestation	1,62	1,45	1,95
3ème gestation	1,91	1,33	2,25

Tableau 37: Influence du niveau alimentaire pendant l'élevage sur la fécondité (REID cité par WOLTER 1973).

%	Niveau d'alimentation		
	bas	moyen	élevé
1 à 3 vêlages/vaches	32	35	65
4 à 6 vêlages/vaches	38	44	26
plus de sept vêlages	30	21	9
Taux de réforme pour stérilité	27,6	29	51

Tableau 38: Influence du niveau alimentaire pendant l'élevage sur la durée d'exploitation des vaches (HANSEN et STEENBERG cités par WOLTER 1973).

B - Influence de la suralimentation

La suralimentation est, elle, nettement plus néfaste, et elle nuit à la fois à la fertilité et à la production laitière.

- La fécondité des génisses est abaissée et ce phénomène s'accroît avec l'âge: l'indice coïtal passe de 1,52 pour la première gestation à 2,25 pour la troisième (tableau

- La longévité des femelles est compromise et selon SCHMIDT (1975), c'est le principal inconvénient de la suralimentation; le tableau 38 le confirme: deux tiers des animaux ne vèlent pas plus de trois fois et le taux de réforme pour stérilité est très élevé: 51 %.
- Les difficultés de vêlage sont plus fréquentes à cause des excès de graisse pelvienne, le taux de mortalité néonatale est important (WOLTER 1973).

Ces résultats défavorables sont, cependant, contredits par GARDNER et al. (1977). Ces auteurs étudient deux groupes de 24 génisses holsteins:

- le groupe A: génisses nourries ad-libitum du poids de 91 kg jusqu'à la gestation, la croissance est de 1,1 kg/j
- le groupe B: alimentation normale assurant un GMQ de 0,8 kg/j pendant la même période.

Les génisses sont inséminées au deuxième oestrus si elles pèsent au moins 305 kg. Les résultats sont indiqués dans le tableau 39:

Groupe	Poids moyen au 1er oestrus	Age au 1er oestrus	1ère insémination		1er vêlage		I/If
			Poids	Age	Poids	Age	
A	275	8,3	319	9,6	560	19,7	2,7*
B	288	10,2	392	16,8	560	26,9	1,4

Poids: en kg

Age: en mois

*Une génisse de ce groupe a demandé 8 inséminations, en ne tenant pas compte de cet animal, l'indice coïtal est de 1,8.

Tableau 39: Effet de la croissance accélérée sur la fertilité (GARDNER et al. 1977).

La perte de poids après le part est plus importante pour le groupe A. L'âge au premier vêlage est avancé de 7,2 mois, et l'étude des deux groupes sur quatre lactations ne met pas en évidence de différence de la fertilité. GARDNER et al. ont néanmoins constaté que le gain de poids des génisses du groupe A correspond à une croissance et non à un engraissement.

Un GMQ élevé n'est néfaste que par l'engraissement qu'il provoque, certaines races (holstein) ont, cependant, la faculté de bien transformer leur alimentation en carcasse et son apte à tirer profit d'un niveau alimentaire élevé durant la période d'élevage.

C - Influence des variations de régime

Une variation de régime au moment de l'insémination modifie la fécondité comme le montre la figure 17, ce schéma prouve:

- la sensibilité de la fécondité au facteur alimentaire
- la nécessité de respecter des niveaux d'alimentation moyens: la fécondité est améliorée chaque fois que la variation de régime rétablit l'équilibre (diminution d'un GMQ élevé, augmentation d'un GMQ faible)
- une sous-alimentation se rattrape par une suralimentation passagère au moment de l'insémination (flusching).

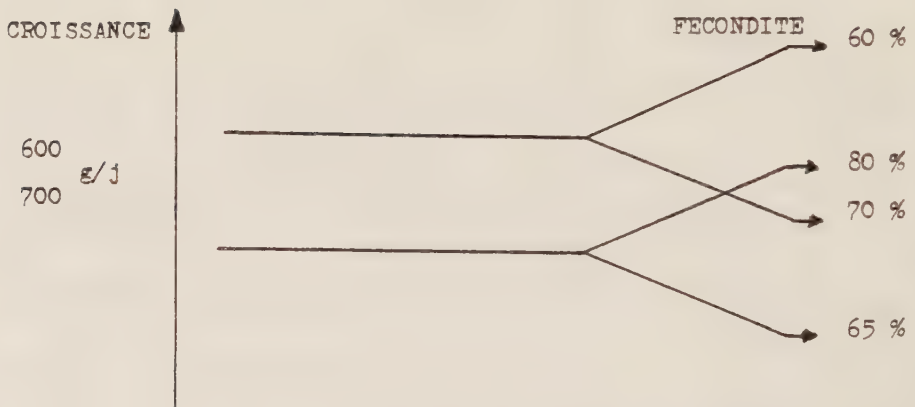


Figure 17: Effet des variations de régime sur la fécondité (PACCARD 1977).

D - Mode d'action des régimes

Il n'y a pas de différence de fécondité chez les génisses recevant un niveau alimentaire bas ou moyen, de même les taux plasmatiques de LH et de progestérone sont semblables dans les deux cas. Cependant, l'ovaire portant le corps jaune est plus petit chez les animaux sous-alimentés. La différence du taux de gestation s'explique surtout par une mortalité embryonnaire plus élevée lors de sous-nutrition. (SPITZER et al. 1978).

Quant à la suralimentation, elle provoque un état hypohormonal consécutif à l'infiltration graisseuse de l'ovaire et à la fixation des stéroïdes sexuels par les graisses de réserve. (WOLTER 1973).

E - Conclusions

L'alimentation, pendant l'élevage des génisses, détermine fortement la carrière de la vache. Les excès, surtout, sont dangereux par l'engraissement qui les accompagne, sauf dans le cas particulier des génisses holsteins qui semblent disposer de grandes potentialités de croissance.

En moyenne, on limitera la croissance, jusqu'à neuf mois, à 700-750 g/j en plafonnant l'apport de concentré à 2-3 kg/j ce qui permet une insémination à 15 mois.

Suivant le but de l'élevage, les génisses sont exposées aux deux risques de sous et sur-alimentation:

- dans les exploitations élevant les jeunes pour le renouvellement du cheptel, l'alimentation de ces animaux risque d'être négligée, car ils sont improductifs
- lorsque les génisses sont élevées en vue de la vente leur aspect étant un argument de prix, l'engraissement excessif est à craindre.

2) L'alimentation de l'adulte

L'importance de l'équilibre et du niveau de la ration se retrouve chez la vache adulte en lactation. Mais le problème est compliqué par les variations d'appétit et de besoins dans la période entourant le part.

Nous allons voir, dans ce paragraphe, les particularités de l'alimentation de la vache laitière, son rôle dans les phases du cycle de reproduction, l'importance quantitative et qualitative des éléments de la ration, enfin les moyens de contrôle de son efficacité.

A - Particularités de l'alimentation de la vache laitière

a) Variations de l'appétit et des besoins

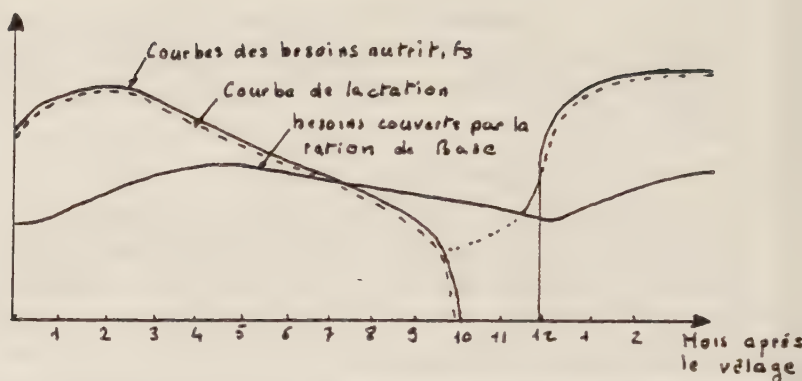


Figure 18: Comparaison entre les besoins nutritifs totaux et les besoins couverts par la ration de base (WOLTER 1971).

L'appétit de la vache vis à vis de la ration de base est minimum au vêlage et il augmente progressivement jusqu'au quatrième mois de la gestation, or pendant ce temps, les besoins sont considérablement augmentés par la lactation et il s'y produit la reprise de l'activité de reproduction (figure 18: WOLTER 1971).

Pour compenser ce faible appétit, on est conduit à augmenter la concentration de la ration pendant les premiers mois de lactation. Cependant, les vaches hautes productrices ne peuvent pas avoir ou difficilement un bilan alimentaire équilibré. En effet, une vache ne peut pas consommer plus de 3,5 kg de matières sèches (M.S.) par 100 kg de poids vif, ce qui fait 21 kg pour un animal de 600 kg. Par ailleurs, le taux limite de concentré dans la ration est de 60 % (Il faut un minimum de 16 à 17 % de cellulose pour un transit digestif et des fermentations ruminales corrects). La ration des hautes productrices fournira, donc, au maximum 17 UF couvrant une production de 32 l de lait par jour, les animaux atteignant ce seuil seront en déficit au moment de la reprise normale de l'activité sexuelle (WOLTER 1978).

b) Périodes influant sur la fertilité

L'influence de l'alimentation sur la reproduction se manifeste de deux manières en fonction du moment du cycle de reproduction (LOISEL 1977):

- il existe, tout d'abord, une période critique entourant l'insémination (la semaine précédant l'ovulation et les

deux suivantes) où toute perturbation peut conduire à un échec

- pour les autres périodes, il y a décalage entre cause et effet, les erreurs de rationnement au tarissement, en début de lactation ne se manifesteront qu'au moment de la fécondation; on pourra les corriger, si on s'en aperçoit, d'autant plus qu'elles seront éloignées de la période critique et pas trop graves (figure 18 bis).

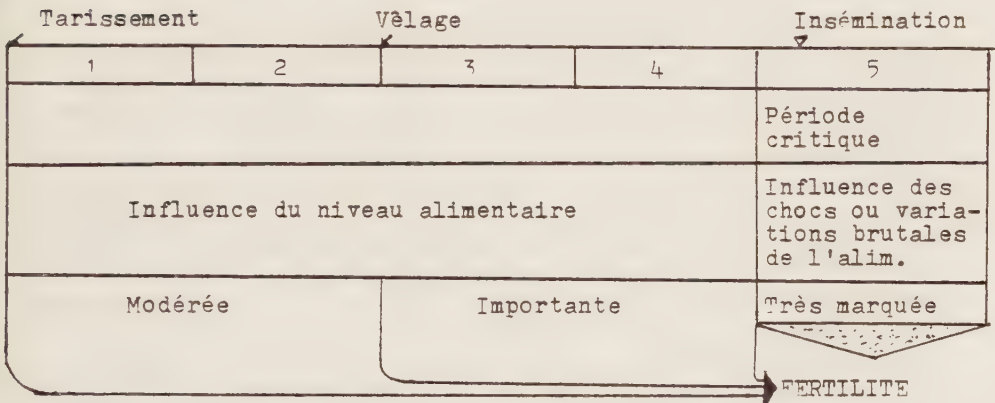


Figure 18 bis: Influence de l'alimentation suivant le moment (LOISEL 1977).

Avant de voir les effets des excès ou défaut de la ration, nous allons indiquer les normes pour les principaux constituants (WOLTER 1971).

	UF	MPD	Ca	P	NaCl
Besoin d'entretien par 100 kg de poids vif	0,75	50 g	5 g	5 g	5 g
Besoin de production par litre de lait	0,4	60 g	3 g	2 g	2 g

B - Rôle de l'alimentation au tarissement

Au tarissement, l'alimentation influence surtout le délai d'apparition des premières chaleurs et à un degré moindre, la fécondité, le rationnement après le vêlage ayant sur ce dernier point un

fort effet correcteur.

La ration quotidienne, à cette période, doit fournir 7 à 8 UF et 650 à 700 g de MPD (matières protéiques digestibles), selon WOLTER 1976, ce qui correspond à une production de 7-8 litres de lait par jour. PACCARD 1977, en citant GALLISSOT, estime, quant à lui, qu'il faut fournir 8-9 UF/j tableau 40). Ce niveau alimentaire, couvrant les besoins d'une production laitière de 7 à 10 l, en plus de l'entretien au tarissement, est nécessaire pour faire face à la croissance du fœtus et terminer de préparer la femelle à la prochaine lactation.

UF totales	8	8-9	9-10	10
Effectifs	138	112	109	52
Taux de non retour %	50	62,5	49,5	41,6
I/If	1,84	1,68	1,96	2,03

Tableau 40: Bilan énergétique en fin de gestation et fécondité (GALLISSOT cité par PACCARD 1977).

a) Insuffisance

Elle intervient surtout en retardant la reprise de l'activité ovarienne puis en abaissant la fécondité (tableau 40). Elle frappe plus souvent les vaches allaitantes dont l'élevage est plus ou moins extensif.

b) Excès

L'excès alimentaire est antiéconomique et, de plus, il est dangereux. Il favorise l'apparition des maladies métaboliques.

La lipolyse intense des graisses abondantes lors du démarrage de la lactation, associée à la fuite mammaire du lactose, accroît l'incidence des cétozes. La fréquence des fièvres vitulaires est augmentée par excès d'apport calcique au tarissement qui provoque une sécrétion accrue de calcitonine bloquant le calcium au niveau de l'os, alors que sa libération est indispensable pour équilibrer les déperditions lactées. L'involution utérine est ralentie et les risques d'infection plus grands. Ce post-partum difficile, lors d'excès alimentaires au tarissement, déprime fortement la fertilité (tableau 41).

La suralimentation au tarissement, avec la complémentation précédant le vêlage (steaming), sont donc déconseillées, car elles orientent le métabolisme de l'animal vers l'anabolisme alors que les réserves emmagasinées devront être brutalement catabolisées pour subvenir aux besoins importants de la lactation. L'adaptation à ce nouvel état ne se fait pas assez rapidement, d'où la fréquence, dans ces conditions, des graves problèmes du post-partum qui retardent ou compromettent la reprise d'un nouveau cycle de reproduction.

C - Rôle de l'alimentation en début de lactation

a) Insuffisance

L'insuffisance alimentaire est assez fréquente en début de lactation, elle est pratiquement constante chez les hautes productrices. Elle est liée à l'augmentation brutale et importante des besoins alors que l'appétit est faible à ce moment. Le manque d'énergie altère la fécondité, et tant que se prolonge cet état, le taux de réussite aux inséminations reste bas (ce qui explique en partie l'antagonisme production-reproduction); c'est ce que démontre Mc LURE 1970 cité par PACCARD 1977 en distribuant différents niveaux d'énergie à des vaches et en comparant les variations induites de poids et de la glycémie avec le taux de fécondation (tableau 42).

Par ailleurs, la sous-nutrition se manifeste par une chute de production laitière: la phase ascendante est raccourcie, le pic abaissé, puis le déclin se produit au rythme de 12 % par mois au lieu de 9 % (WOLTER 1976). Il y a en outre, risque de cétose, les carences alimentaires étant compensées par la lipolyse alors que la vache se trouve en hypoglycémie à la suite de la fuite dans le lait des sucres sanguins, les acides gras libérés ne peuvent pas être utilisés dans le cycle de KREBS et sont métabolisés en corps cétoniques.

Pour limiter le retard du nouveau cycle, il faut, à partir du vêlage, accroître la quantité de concentré dans la ration progressivement mais rapidement, pour arriver à un maximum de 60 % de la matière sèche totale distribuée (WOLTER 1978), ce taux est celui au dessus duquel la prise de concentré se substitue à celle de la ration de base et où le taux minimum de cellulose, pour assurer un transit digestif correct, est atteint (16 à 17 % de cellulose).

	16-18 kg de lait	2 kg de lait
Préparation à la contraction utérine	2	3,8
Durée de l'involution utérine (jours)	33,6	26,5
% d'involution utérines à 4 semaines	46,6	82,8
Endométrites puerpérales %	70,8	26,9
Vêlage-1ère chaleur (jours)	50,2	35,8
Vêlage-1ère ovulation	36,6	27
Chaleurs silencieuses %	44,8	31,3
Follicules kystiques %	43	19
Métrites catarrhales %	55,1	22,5
Parésie post-partum %	25,6	6,3

Tableau 41: Alimentation et fertilité (LOTHAMER 1974, EL KEPABY 1976 cités par PACCARD 1976).

Niveau ration	Qualité du fourrage			Glycémie TRI	
	mauvaise	moyenne	bonne		
Ad libitum + supplémentation	39,3 (1) -4 (2) (10)	42,6 +7,3 (15)	36 (1)	41	81 %
Ad libitum	29,0 -19,8 (9)	41,3 -6,6 (13)	39,4 -5,2 (9)	37,4	55 %
Restreint	27,0 -36,3 (10)	33,6 -21,7 (15)	44 -17,9 (9)	30,2	41 %
Glycémie	28,4	37,2	33,6		
TRI1	16 %	68 %	50 %		

(1): Glycémie

(2): Variation de poids en livres par semaines

(): Effectif

Tableau 42: fécondité, glycémie, niveau alimentaire (Mc LURE 1970 cité par PACCARD 1977).

b) Excès

Comme nous l'avons vu plus haut, ils sont très peu probables, cependant SCHMIDT (1975) signale que lorsqu'ils se produisent à cette période, l'apparition du premier oestrus est retardée.

D - Influence du niveau alimentaire à l'insémination

La sensibilité de la fécondité à la glycémie (influence sur la mortalité embryonnaire précoce) peut être utilisée en apportant transitoirement un surplus d'énergie: c'est le flusching. Il peut s'employer de deux manières (WOLTER 1976):

- le flusching incitatif, lorsque l'anoestrus post-partum se prolonge au delà de 1,5 à 2 mois, on distribue 1 à 2 kg de concentrés supplémentaires par jour jusqu'à l'oestrus
- le flusching post-oestral, chez les animaux cyclés mais amaigris, il consiste en l'apport supplémentaire de 2 ou 3 kg de concentré pendant 15 jours après l'insémination.

Cependant le flusching est néfaste pour les animaux suralimentés (SCHMIDT 1975), et son opportunité doit être réfléchie en fonction de la ration et de l'état de l'animal..

E - Equilibre de la ration

Nous avons vu le rôle des variations globales de la ration, nous allons, maintenant, examiner l'équilibre et l'importance relative de ses composants.

Elément	"seuil critique"	"équivalent lait"	% de la ration totale	
			P.L. de 10 kg	P.L. de 20kg
UF	1	2,5	12	8
MAD	200 g	3,3	21	13
P	10 g	6	22	16

Tableau 43: Importance relative des éléments de la ration
(PACCARD 1977).

a) Energie

L'énergie est un facteur très important de la ration pour une bonne fécondité à l'insémination (tableau 42). La carence en fin de gestation et en début de lactation retarde l'activité ovarienne,

en se poursuivant après la fécondation, elle est responsable d'une forte mortalité embryonnaire. L'excès, surtout au tarissement, en plus de ses conséquences fâcheuses lors du post-partum, provoquerait un état hypohormonal consécutif à l'infiltration graisseuse de l'ovaire.

Le respect de l'équilibre besoins-apports doit être fait à 1 UF près (figure 19) ce qui correspond à la production de 2,5 kg de lait, au delà de cette limite, la fécondité commence à baisser.

b) Matières_azotées_digestibles_(MAD)

L'ajustement de la ration doit se faire à 200 g de MAD/j près ce qui permet la production de 3,3 kg de lait, la marge est donc plus grande qu'avec l'énergie.

L'insuffisance n'affecte que très progressivement la fécondité (par contre, elle limite rapidement la production laitière). Les excès sont quant à eux, rapidement nocifs (figure 19), ils entraînent une surcharge hépatorénale qui prédispose à un déséquilibre hormonal par défaillance du catabolisme des hormones sexuelles, et ils peuvent conduire à une imprégnation toxique de l'organisme maternel, par des substances issues du catabolisme azoté (urée, amines) néfaste à la survie de l'embryon.

c) Le_calcium_

Le calcium présente la particularité d'avoir un taux sanguin bien régulé, mais en période de forte déperdition, sa carence détermine une baisse de la fécondité (tableau 44). Son excès, beaucoup plus fréquent, (les fourrages sont riches en calcium) est aussi néfaste, mais indirectement, par blocage de l'assimilation des oligo-éléments.

d) Le_phosphore_

Les carences en phosphore sont beaucoup plus fréquentes que celles en calcium car, contrairement à cet élément, il est insuffisamment fourni par les fourrages, d'autre part, la phosphatémie est moins bien régulée que la calcémie, tout déficit est rapidement ressenti malgré le volant osseux. Les effets de la carence (tableau 44) sont connus depuis longtemps, mais les excès déterminent aussi une diminution de la fertilité par blocage des oligo-éléments (WOLTER 1973).

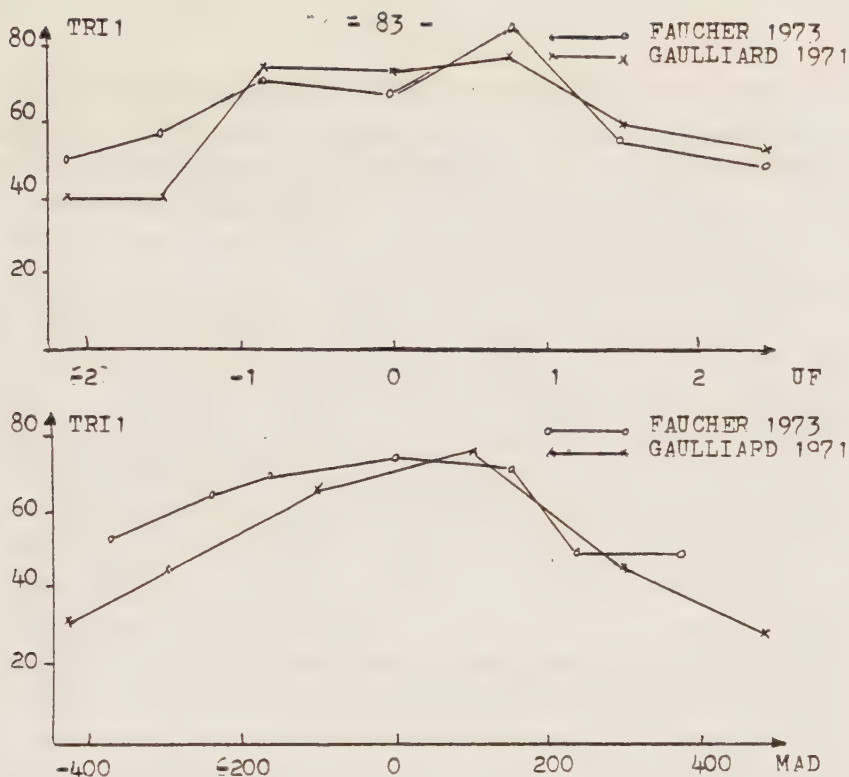


Fig 49: Bilan UF, MAD et fertilité (PACCARD 1977)

BILAN Ca (g/j) 1 mois avant 1ère IA	<0	0-100	>100	
TRI1	35,7 (182)	40,1 (603)	54,2 (227)	LOISEL al. 1976
TRI1	57,9 (323)	66,4 (488)	45 (20)	COAT 1977

() Effectif

BILAN P (g/j) 1 mois avant 1'IA	-10	-10 à 10	10	
TRI1	33,3 (27)	51,3 (458)	45,4 (544)	LOISEL al. 1976
TRI1	(2)	71,9(1) (160)	63,8(1) (326)	COAT 1977

Tableau 44: Bilan en Ca et P en début de lactation et fécondité (PACCARD 1977)

(1) Bilans en Ca équilibrés

e) Importance relative des macroéléments de la ration

PACCARD 1977 (tableau 43) compare les seuils critiques des éléments de la ration, en évaluant les "équivalents lait" et le pourcentage de la ration qu'ils représentent. Il apparaît que c'est l'énergie qui exige l'ajustement le plus étroit entre les apports et les besoins.

f) Les oligo-éléments (BROCHARD 1976, WOLTER 1973)

Ces éléments se manifestent, généralement, par des subcarences localisées et liées aux variations annuelles de la qualité des fourrages. Elles sont favorisées par certains régimes, telles les rations à base d'ensilage de maïs, aliment très pauvre oligo-éléments ou comportant des facteurs qui en bloquent l'assimilation (excès de calcium, de phosphore, d'un oligo-élément vis à vis d'un autre). Les symptômes de ces subcarences ne sont pas spécifiques, et souvent, l'état général n'est pas affecté; pour les dépister, il faut avoir recours aux analyses de fourrages, de poils, de plasma sanguin qui permettront d'établir une suspicion.

- Le manganèse

Lors de carence, il y a diminution du taux de conception, et les veaux présentent des déformations osseuses. Selon les auteurs les besoins varient de 16 à 80 ppm, ces différences s'expliqueraient par des variations de digestibilité suivant les rations.

- Le zinc

Son rôle bénéfique a été démontré sur des vaches chez lesquelles une supplémentation de la ration par 30 ppm de zinc a permis d'améliorer le taux de conception (BROCHARD 1976). La carence entraînerait une dégénérescence kystique de l'ovaire (WOLTER 1973). Les besoins sont évalués à 50 ppm.

- Le cuivre

Il faut 10 ppm de cuivre par jour. La carence provoque le sub-oestrus puis l'anoestrus. L'embryon est très sensible à la carence alors que la mère ne présente peu de symptômes.

- Le cobalt

Il n'a pas d'effets remarquables par lui-même, par contre, il aggrave ceux des phyto-oestrogènes (WOLTER 1973).

- Le sélénium

Associé à la vitamine E, il réduit la fréquence des rétentions placentaires. Chez les ovins, il améliore à la fois la fertilité des brebis et la myopathie des agneaux.

- L'iode

La carence se traduit par: des chaleurs moins intenses, une baisse de la fécondité, une augmentation des avortements non infectieux, des rétentions placentaires; de plus, les veaux sont goitreux et myxoedémateux. Elle est surtout conditionnée par des facteurs anti-thyroïdiens présents dans plusieurs aliments: graines d'arachides, choux (particulièrement les choux moëlliers), tourteaux de navette, de colza, ensilage de maïs de luzerne. Les besoins sont estimés à 0,8 ppm.

g) Les vitamines

- La vitamine A

Par son action protectrice des épithéliums, elle favorise l'involution utérine, la déhiscence folliculaire et la nidation de l'embryon. Son impact sur la fertilité est, donc, important. La carence en vitamine A se retrouve essentiellement en fin d'hiver, lorsque les carotènes des fourrages se sont dégradés. Les besoins sont de 75 U.I./kg de poids vif/jour.

- La vitamine D

Elle intervient par son rôle sur le métabolisme du calcium et du phosphore, elle améliore leur absorption et leur rétention dans l'organisme, elle corrige les effets néfastes du déséquilibre phospho-calcique de la ration.

- La vitamine E

Elle n'a pas de rôle spécifique sur la reproduction.

F - Qualité des éléments de la ration

La nécessité d'apporter suffisamment d'aliments à la vache laitière, conduit à utiliser une forme de rationnement qui n'est pas sans effet sur la fertilité.

a) Nature de l'énergie

TUDORASCU 1972 cité par PACCARD 1976 trouve que le taux de réussite en insémination première est affecté par la quantité de con-

centré distribué par kg de lait produit:

Quantité de concentré par kg de lait	TRI1 (%)
400-500 g	28,7
200-400 g	53,4

Cet effet défavorable n'est pas retrouvé par PACCARD 1976 qui consulte les observations de plusieurs auteurs (GIROU et BROCHARD 1970, GAULLIARD 1971, FAUCHER 1973). Cependant, sur des vaches hautes productrices, FRANZOS 1968 remarque une corrélation positive entre la diminution du taux butyreux et celle du taux de fécondation (tableau 45). Cet auteur l'explique par les perturbations métaboliques engendrées par les régimes trop concentrés: les céréales et les fourrages broyés provoquent une diminution du temps de rumination et une acidification du contenu ruminal, les fermentations se modifient au profit de l'acide propionique et au détriment de l'acide acétique; or les acétates sont nécessaires pour la lipogénèse mammaire, l'acide propionique favorisant l'engraissement ils interviennent aussi dans la synthèse des stéroïdes, donc des hormones sexuelles.

Il apparaît, finalement, que la fourniture de l'énergie par une trop grande quantité de concentré peut nuire à la fertilité en perturbant le métabolisme hormonal, à la suite des modifications des fermentations ruminales qui sont révélées par la chute du taux butyreux.

	T.B. 3,05 %	T.B. 3,35 %	T.B. 3,10 %	T.B. 3,30 %
Effectif	2 690	2 348	2 828	1 500
Production de lait (kg)	6 303	6 052	5 803	5 770
Taux de fécondation	39,5 %	48,0 %	43,6 %	49,3 %

$p < 0,001$

$p < 0,01$

Tableau 45: Fécondité et taux butyreux, résultats sur deux séries de troupeaux (FRANZOS 1968).

Il convient, donc, de respecter les normes de la nutrition des ruminants, à savoir un taux minimum de cellulose (16-17 %) et une fibrosité suffisante pour maintenir des fermentations ruminales

normales et un transit digestif correct: l'apport de concentré se limitera à 30 à 70 % de la matière sèche totale en fonction de la ration de base, le broyage n'abaissera pas la taille des fibres de fourrages en dessous de 13 mm (WOLTER 1978).

b) Nature des matières azotées

L'utilisation de l'azote non protéique (urée) dans les rations des vaches laitières ne semble pas poser de problèmes comme le montrent les résultats de l'enquête de RYDER et al. 1972 sur 600 troupeaux laitiers pendant 5 ans, représentant 85 000 cycles de reproduction. La moitié des troupeaux recevait de l'urée (80 g/j en moyenne, dont 40 provenaient de l'ensilage de maïs): le taux de réforme et les intervalles entre les vêlages ont été identiques dans les deux groupes.

Mais cet azote non protéique fait courrir deux risques à la fertilité:

- il peut faire diminuer l'appétit vis à vis de la ration de base à cause de la mauvaise odeur qu'il lui confère, le niveau énergétique de la ration ingérée est alors insuffisant
- il peut réaliser, lors de distribution mal faite, une intoxication ammoniacale latente, avec imprégnation toxique de l'organisme, néfaste à la fertilité.

c) Valeur hygiénique de la ration

Les aliments peuvent affecter la fertilité par les propriétés pharmacodynamiques de leurs composants, de substances issues de dégradations à la suite d'une mauvaise conservation, ou par des contaminations fongiques ou microbiennes. (WOLTER 1976).

- Produits toxiques:

- . les substances anti-thyroïdiennes des choux, du tourteaux de colza
- . les hétérosides cyanogénétiques du trèfle blanc, du sorgho fourrage
- . les phyto-oestrogènes des jeunes légumineuses.

- Les dégradations chimiques:

elles se produisent dans les ensillages mal préparés et mal conservés: ces aliments contiennent, alors, de l'alcool éthylique ou des amines si la plante est riche en azote.

- Les moisissures:

- . la luzerne tachée (parasitée par *Pseudopeziza medicaginis*) possède des propriétés oestrogéniques
- . *Aspergillus fumigatus* et *Claviceps purpurea* (l'ergot) peuvent provoquer des avortements.

- Les contaminations microbiennes:

- les ensilages mal conservés dont le pH est supérieur à 4,2 sont parfois contaminés par *Listeria monocytogenes* responsable d'avortement enzootique.

G - Contrôle de l'alimentation

L'alimentation intervient à tous les stades du cycle de reproduction et, souvent, avec décalage: les causes précédant les effets de plusieurs semaines voire quelques mois. Il est donc important de savoir si on peut contrôler immédiatement l'efficacité d'une ration, plutôt que de constater son déséquilibre par les symptômes qu'il détermine, c'est à dire au moment où il est trop tard pour agir. Ce contrôle se fait facilement par le contrôle laitier, et si on désire des résultats plus approfondis, par les profils métaboliques.

a) Le contrôle laitier

Les observations du contrôle laitier fournissent deux types de renseignements:

- la courbe de lactation qui permet de veiller sur les apports quantitatifs de la ration: tout décrochement par rapport à la courbe théorique doit faire suspecter un facteur limitant dans la ration (la phase ascendante de la lactation dure un mois, le plateau deux à trois mois, puis la décroissance doit être inférieure à 10 % par mois)
- le taux butyreux par lequel on peut surveiller l'équilibre des apports énergétiques entre la ration de base et les concentrés (voir page 86): si ce taux est inférieur à 3,3 % la fertilité est atteinte (FRANZOS 1968).

b) Le profil métabolique

Le profil métabolique de la fertilité n'est pas établi de manière précise, mais on peut obtenir quelques renseignements après les dosages suivants:

glycémie

azotémie: urémie, protéines sériques normales, albumines,

globulines

Ca, P, Na, K

oligo-éléments s'ils sont suspectés.

- La glycémie

Le rôle de la glycémie a été démontré par l'expérience de McLURE 1970 (page 79), cependant, une revue des travaux de différents auteurs faite par PACCARD 1977, montre que sur le terrain la relation est moins évidente. Le métabolisme énergétique des ruminants ne reposant pas sur le glucose, d'autres molécules ont été étudiées: β hydroxybutyrate, acide gras libres sanguins, acétoacétate, mais les résultats sont contradictoires.

- L'azotémie

Ce n'est pas une valeur à seuil, elle peut varier, dans une large mesure, en plus et en moins. Elle peut être mesurée par l'urée, l'albumine, les protéines sanguines totales. L'urée suit plus rapidement les variations d'apports protéiques que l'albumine qui ne révèle qu'une carence importante et prolongée tardivement. Les résultats sont, aussi, délicats à interpréter (PACCARD 1977).

- Les minéraux

D'après le même auteur des références fiables n'ont pas été définies, non plus.

En fait, les valeurs obtenues doivent toujours être interprétées selon les circonstances: un taux élevé d'un élément n'a pas la même valeur selon que cette élévation est transitoire (effet de flusching possible), ou prolongé (suralimentation).

TURMELL 1977 donne comme valeur indicative pour les différentes substances:

- glycémie:	45,4 mg/100ml $\pm$ 8,7
- urée:	14,9 mg/100 ml $\pm$ 5,4
- protéines sériques:	7,11 g/100 ml $\pm$ 1
- Ca:	9,27 mg $\pm$ 0,9
- P :	5,42 mg $\pm$ 0,8
- Mg:	2,58 mg $\pm$ 0,5
- Cu:	1,2 mg/l
- Zn:	1,4 mg/l

CONCLUSION:

Les points d'impacts de l'alimentation sur la fertilité sont nombreux et variés, mais ils sont bien connus. Les besoins de la vache laitière sont, aussi, bien connus, le problème est de savoir la valeur exacte de la ration (il faut analyser les fourrages) et la quantité ingérée par l'animal ce qui n'est guère possible qu'avec des animaux nourris à l'auge. Cependant, des moyens simples permettent de vérifier l'efficacité de la ration.

REMARQUE: dans ce paragraphe nous avons souvent jugé la fertilité par des critères de fécondité (TNRI, % de fécondation, I/If), mais les mises à la reproduction se faisant de même manière pour les animaux comparés, tout échec de fécondation peut être assimilé à un retard de reproduction et se traduit par l'allongement de l'intervalle entre les vêlages, donc une diminution de la fertilité.

IV - INFLUENCE DES TECHNIQUES D'ELEVAGE

Les techniques de l'élevage permettent de simplifier certaines opérations délicates, telles la détection de l'oestrus. Par leur intermédiaire, on essaie d'accélérer le cycle de reproduction, de l'organiser et le planifier. Nous verrons dans ce paragraphe quels en sont les conséquences pour la fertilité.

1) La détection de l'oestrus

La détection de l'oestrus pose de plus en plus de problèmes à cause de l'accroissement du nombre de vaches par personne s'en occupant: les risques de confusion sont accrus et le temps consacré à l'observation des animaux est souvent insuffisant. L'importance de cette observation est bien soulignée par HUMBLOT et THIBIER 1977 qui recueillent les résultats de plusieurs auteurs (tableau 46), ainsi, une bonne surveillance permet de trouver au moins 80 % des animaux en chaleurs dans les 60 jours suivant le part, contre 35 % avec une mauvaise. Une détection des oestrus bien conduite permet une insémination plus précoce et une réduction de l'intervalle entre les vêlages.

A - Réalisation

- En stabulation entravée: ce mode de stabulation laisse peu de temps aux animaux pour exprimer le comportement typique de l'oestrus: l'acceptation des chevauchements, qui ne peut se dérouler qu'au moment des sorties: paturage, aire d'attente de la salle

de traite; les animaux n'ont, de plus, pas la tranquillité suffisante pour exprimer leur comportement sexuel.

- En stabulation libre: l'observation est facilitée, mais il faut identifier facilement et sans erreur la vache en chaleur.

MAYER 1977 recommande trois observations par jour: à 5 h 30, 13 h et 20 h; FOOTE 1975 estime qu'avec deux observations quotidiennes de 20 à 30 minutes chacune à 6 h 30 et à 15 h 30 on détecte 89 % des oestrus révélés par une surveillance continue de 24 heures sur 24. Cependant la période matinale est la plus propice car c'est à ce moment que les manifestations de l'oestrus sont les plus fréquentes, et il faut au moins deux moments dans la journée pour dépister les chaleurs de courtes durées.

Mais cette surveillance est souvent considérée comme une période d'inactivité au détriment de travaux quotidiens jugés prioritaires (traite, afourrage, évacuation du fumier, ...), elle exige, d'autre part, un bon sens de l'observation. C'est pour cela que l'on a cherché, non plus à voir les chevauchements, mais à les mettre en évidence par des traces laissées sur l'animal chevauché, et partant à réduire le temps consacré à la détection de l'oestrus en augmentant son efficacité.

B - Amélioration de la détection de l'oestrus

Le marquage des animaux chevauchés peut se faire de deux manières:

- la vache porte elle-même le système de marquage et les chevauchements sont effectués par les autres femelles du troupeau
- un animal spécialisé pour la monte porte seul le système de marquage.

a) Système de marquage individuel

Le système le plus connu est le KAMAR: on fixe sur la croupe de toutes les vaches un dispositif comprenant un réservoir de colorant qui se déverse sur un support spongieux lors de pressions répétées, c'est à dire lors de chevauchements. Le KAMAR utilise donc, l'activité spontanée de monte du troupeau, et les vaches portant des taches colorées sur la croupe peuvent être considérées comme étant en oestrus. La proportion de femelles en chaleur non marquées est assez faible, environ 5 %, mais cette méthode présente

des inconvénients importants qui lui font perdre son intérêt:

- les erreurs par excès sont très fréquentes: de 15 à 30 % elles sont dues aux animaux qui se frottent parce qu'ils ne tolèrent pas le dispositif, et surtout à sa mauvaise situation sur la croupe: les vaches non en oestrus soumises à une tentative de chevauchement n'ont pas le temps de se dérober avant que la pression sur le réservoir de colorant ne se fasse
- le pourcentage de perte est élevé, surtout au pâturage (jusqu'à 50 % en un mois), il faut vérifier le système d'attache régulièrement et remplacer les pertes, sur les grands effectifs, ce contrôle est long et astreignant.

Le KAMAR ne peut se substituer à la surveillance des animaux, car il est trop peu précis et il exige autant de travail. On peut l'utiliser ponctuellement pour une vache qui n'a pas été vue en chaleur dans les 50 jours post-partum (FOOTE 1975).

b) Recours à un partenaire

Le marquage des femelles en chaleur est assuré par un animal spécialisé, porteur du dispositif de marquage. Il existe plusieurs sortes de systèmes:

- le badigeonnage du poitrail de l'animal marqueur avec de la graisse colorée
- le "Chin-Ball": constitué par un réservoir d'encre au dessus d'une bille encreuse, il est maintenu sous les mandibules par un licol
- le "Sire-Sine": c'est un bloc de paraffine colorée fixé comme le "Chin-Ball".

Lors du chevauchement, l'animal marqueur laisse de longues traînées sur le dos de la vache chevauchée. L'aspect de ces traînées permet de différencier la monte avec immobilisation des essais de chevauchements de vaches non en oestrus. Dans le premier cas, l'animal en oestrus accepte le chevauchement, la mandibule de l'animal marqueur porte loin en avant et est appuyée fortement sur le dos de la femelle au moment de la redescente, les marques sont faites au delà de la croupe. Dans le cas de monte accidentelle, la vache non en oestrus se dérobe, le chevauchement est juste ébauché.

les marques ne sont présentes que sur la croupe (figure 20 SIGNORET 1976).

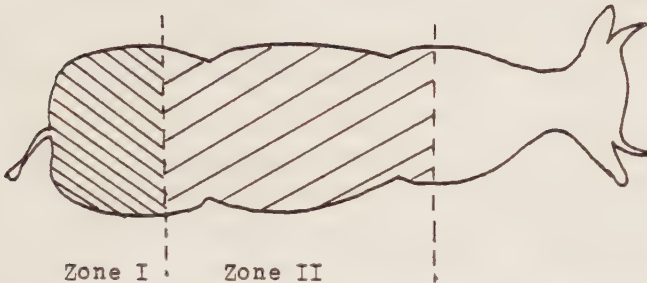


Figure 20: Importance des localisations des marquages pour la détection des vaches en chaleur. Dans la zone centrale, au niveau des hanches et en avant, la probabilité de chaleur est très forte (zone II). Sur la croupe le marquage est souvent accidentel et ne permet pas de conclure à lui seul de l'état de chaleur de la vache (zone I) (SIGNORET 1976).

Les marques laissées par les différents systèmes persistent deux à cinq jours, mais pour éviter tout risque de confusion, il faut changer la couleur de l'encre tous les 18 jours.

L'animal marqueur peut-être: soit un taureau auquel on aura fait subir diverses opérations, soit une vache convenablement traitée:

- le taureau vasectomisé

Il conserve une libido normale, mais l'intromission n'est pas supprimée et elle risque de propager les maladies vénériennes.

- le taureau dont l'intromission a été rendue impossible:

- . par fixation du pénis sur la paroi abdominale à l'aide de ligatures métalliques, ou par fixation du pénien au tissus voisins, mais les ligatures peuvent lacher et on risque de léser l'urètre,
- . par obstruction du fourreau par un tube creux placé à l'intérieur et maintenu par une tige transversale,

Auteurs	Chaleurs avant 60 jours post-partum % dans des troupeaux		
	Bien surveillés	Surveillés de façon ordinaire	Mal surveillés
TRIMBERGER 1956	-	69	-
THATCHER et WILCOX 1973	-	74	-
LAUDEPDALE 1973	82	58	35
FOOTE 1975	89	-	-
LAMMING et BULMAN 1976	80	-	-
PELISSIER 1976	82	58	35

Tableau 46: Surveillance des animaux et détection des chaleurs
(HUMBLLOT et THIBIER 1977).

Vache détectrice	Nombre de vaches marquées	Nombre de vaches en chaleur			Vaches non en chaleur marquées nombre % d'erre par exès	
		Total	marquées	%		

Marquage sur la croupe:zone I

N° 934	25	18	18	100	7	38,8
N° 136	16	10	10	100	6	60
N° 57	29	21	19	90,5	10	57,6
Total	70	49	47	95,0	23	46,9

Marquage en avant des hanches:zone II

N° 934	20	18	18	100	2	11,1
N° 136	12	10	10	100	2	20
N° 57	21	21	19	90,5	2	9,5
Total	53	49	47	95,9	6	12,2

N° 934: vache intacte en lactation

N° 136: vache intacte tarie

N° 57: vache ovariectomisée

Tableau 47: Résultats de marquage par une vache androgénisée équipée d'un
licol marqueur "Chin-Ball" (INRA cité par CONSTANTIN 1977).

cependant, il peut se produire de la rétention urinaire et des phénomènes douloureux qui font perdre l'instinct génésique,

- . par déviation du pénis, certains taureaux parviennent à réaliser l'intromission.

Les interventions sur les taureaux sont assez compliquées, et l'impossibilité de réaliser l'intromission et des phénomènes douloureux entraînent souvent une diminution de la libido.

- la vache androgénisée

L'induction d'un comportement mâle chez une vache résout les problèmes suscités par l'emploi de taureaux, de plus ces femelles n'ont pas leur comportement agressif et sont moins dangereuses.

L'androgénisation peut se réaliser ainsi, selon CONSTANTIN 1977:

- . une phase d'induction: la vache reçoit tous les deux jours 200 mg de propionate de testostérone pendant 14 jours (8 injections)
- . une phase d'entretien: on injecte tous les 15 jours en intramusculaire 10 ml de la solution suivante:

Propionate de testostérone	6 mg
Phényl-propionate de testostérone	12 mg
Isocaproate de testostérone	12 mg
Décanoate de testostérone	20 mg
Exipient huileux q.s.p.	1 ml

Les vaches tarries destinées à la réforme peuvent être utilisées, elles profiteront en plus de l'effet anabolisant de la testostérone.

Par cette méthode l'INRA cité par CONSTANTIN 1977 obtient des résultats excellents (tableau 47): 95,9 % de détection et 12,2 % d'erreurs par excès. Sur le terrain, le même auteur signale un taux de détection de 80 %, ce qui est très bon.

Dans la pratique, il faut compter une vache androgénisée par 30-35 femelles, et procéder à l'enregistrement des marquages au moins matin et soir (une visite à 15 h est souvent bénéfique). Un relevé journalier est indispensable pour ne pas attribuer à une journée les marques de la journée précédente.

La détection des chaleurs influe de manière importante sur l'intervalle vêlage-première insémination, mais dans les grands effectifs, l'éleveur peut être utilement assisté par des animaux

spécialisés pour cette tâche, telles les vaches androgénisées avec un licol marqueur.

2) La mise à la reproduction précoce

L'insémination précoce après le part constitue le moyen radical, à priori, d'augmenter la fertilité, mais nous avons vu dans la deuxième partie qu'elle s'accompagnait d'une moindre fécondité et de plus la reproduction et la production ultérieures peuvent être affectées.

L'étude du post-partum nous a indiqué que l'involution utérine devait, s'il n'y avait pas d'accidents, être achevée en 30 jours. Pendant cette période la fécondité est extrêmement basse: 6 % de fécondation dans les 20 premiers jours du post-partum, 28 % dans les 30 premiers. Elle est maximum 100 jours après le part (DE KRUIJER, 1978). Entre ces deux extrêmes, la date de la première insémination peut être ramenée du 80ème jour post-partum au 60ème, avec un gain de temps correct et sans modification du taux de vaches stériles, comme le prouvent les performances des troupeaux israéliens rapportées par BRIT et al. (tableau 48)

Année	Effectif	Date de 1ère insémination	% de fécondation	V-If	% de non pleines après 150 jours
68/69	4 734	78,3 j	78,5	105	11,3
69/70	10 426	74,4	78,0	103	11,2
70/71	12 002	64,0	76	94,5	9,6
71/72	12 190	60,8	88,8	99,5	11,6

Tableau 48: Insémination précoce et fertilité (BRIT et al. 1975).

Cependant on fait de nombreux reproches à l'insémination précoce, dont voici les principaux:

- risque d'infection utérine
- diminution de la fécondité à la première insémination et aux suivantes avec allongement de la durée entre les retours en oestrus du à la mortalité embryonnaire
- risque d'immunisation contre le sperme ou le diluant lors d'inséminations répétées à la suite de la mauvaise fécondité dans le proche post-partum (contact étroit avec le système réticulo-endothélial de l'utérus dans la période

d'involution).

Tous ces risques sont liés à une insémination durant la période d'involution utérine, la vache ayant présenté des chaleurs rapidement ou ayant eu un retard d'involution.

WHITMORE et al. 1974 ont étudié l'influence de la mise à la reproduction précoce sur la fertilité, voici les principaux résultats:

- il n'y a pas de diminution de la fécondité aux retours en oestrus selon que l'insémination soit pratiquée au premier oestrus observé, ou au premier oestrus après 74 jours post-partum. Le taux de conception est nettement plus bas à la première insémination dans le premier cas (37 % au lieu de 66,7 %), mais aux retours, il est équivalent dans les deux cas (entre 50 et 60 %)(tableau 49).

N° de l'I.A.	I.A. au premier oestrus		I.A. après 74 jours	
	effectifs	% de fécondation	effectifs	% de fécondation
1	184	37,0	180	66,7
2	116	55,2	60	60,0
3	52	48,1	24	58,3
4	27	59,3	10	50,0

Tableau 49: Fécondité aux retours en oestrus et moment de l'insémination (WHITMORE et al. 1974).

- l'intervalle entre l'insémination première et les retours n'est pas modifié selon les deux modalités de mise à la reproduction, il n'y a donc pas élévation de la mortalité embryonnaire tardive
- la fécondité n'est pas altérée au cours de la vie de la vache, elle reste basse à l'insémination précoce mais ne diminue pas (tableau 50).

Intervallage	I.A. au 1er oestrus		I.A. après 74 jours	
	effectifs	% de fécondation	effectifs	% de fécondation
1er	35	44	33	87
2ème	35	34	33	76
3ème	35	43	33	65

Tableau 50: Fécondité lors de l'insémination précoce suivant l'âge (WHITMORE et al. 1974).

- l'intervalle entre le vêlage et la fécondation passe de 101 jours pour une insémination première après 74 jours, à 64 jours pour une insémination première au premier oestrus, ce qui fait gagner plus d'un mois
- conséquences pathologiques:

- . globalement, le moment de la mise à la reproduction n'intervient pas sur le taux d'avortements, mais il le modifie en liaison avec le niveau alimentaire:

HN et IP: 0,0 % MN et IP: 3 % HN et IT: 8 % MN et IT: 2 %

HN: haut niveau alimentaire IP: insémination précoce

MN: moyen niveau alimentaire IT: insémination tardive (après 74)

L'insémination tardive associée à un niveau alimentaire élevé s'accompagne d'un fort taux d'avortement

- . la mise à la reproduction précoce n'a pas d'effet sur le taux de rétentions placentaires, mais associée à un haut niveau alimentaire, ce taux augmente lors de vêlages ultérieurs:

HN et IP: 25 % MN et IP: 5 % HN et IT: 9% MN et IT: 9%

- . les métrites ne sont pas plus fréquentes lors de l'insémination précoce, par contre, au vêlage suivant, elles le sont significativement si la mise à la reproduction précoce est aussi associée à une suralimentation, l'exès alimentaire est néfaste lorsqu'il est associé à une période de tarissement courte.

La mise à la reproduction précoce se solde, ainsi, selon WHITTM et al. par un gain de 37 jours, mais il faut remarquer une fréquence plus grande de post-partums pathologiques lorsque le niveau alimentaire est élevé, en liaison avec une période de tarissement trop courte.

En pratique, on peut considérer que l'on peut remettre une vache à la reproduction à partir du 40ème jour après le part, si elle est moyenne productrice. Pour les fortes laitières, il est préférable d'attendre le 60ème jour, en raison des difficultés du tarissement et de la réduction de sa durée qui peuvent entraîner la stérilité de la femelle à la suite d'accidents de l'involution utérine lorsque la vache est suralimentée.

3) Les programmes de reproduction

Dans le but d'organiser et de simplifier le travail de l'éleveur, il a été mis au point des procédés permettant d'induire et de synchroniser les oestrus des femelles, elles peuvent, ainsi après un traitement approprié, être inséminées toutes au même moment sans que la détection de l'oestrus ne soit nécessaire, et, les phases du cycle de reproduction peuvent être préparées simultanément chez tous les animaux du troupeau. La simplification du travail est évidente, mais l'efficacité de tels traitements est variable selon le type de femelle.

Le rôle des programmes de reproduction sur la fertilité des vaches adultes est difficile à cerner, car on a surtout recherché la fécondité à l'insémination systématique, critère sans lequel ces méthodes perdent le côté pratique de leur intérêt (c'est à dire la libération de la contrainte représentée par la détection de l'oestrus); mais l'influence sur la durée de l'intervalle entre les vêlages n'a pas été examinée précisément.

A - Principe

Pour parvenir à la synchronisation de l'oestrus, deux principes sont utilisables:

- le blocage hypophysaire de la reproduction pendant un temps suffisant pour que tout cycle ovarien entamé ait le temps de s'achever, et redémarrage des cycles sexuels le jour de l'arrêt de ce blocage
- mise de l'ovaire à l'état préœstral par lyse du corps jaune.

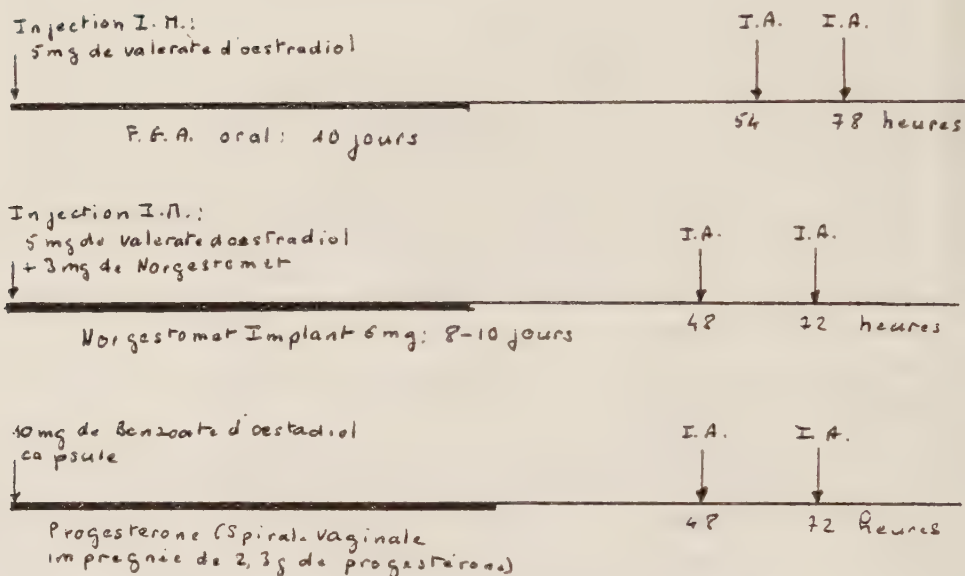
a) Blocage hypophysaire

On utilise les propriétés des stéroïdes anovulatoires, c'est à dire le blocage de l'axe hypothalamo-hypophysaire. La durée d'action de ces substances doit être suffisante pour que les corps jaunes existant au moment de leur administration aient le temps d'évoluer et de disparaître, le traitement doit, donc, se poursuivre 18 jours, cependant l'injection d'un agent lutéolytique (le valérate d'oestradiol) au début, permet de le réduire à 10 jours.

Les principaux stéroïdes utilisés sont (DELATANG 1976):

- les dérivés de la progestérone:

- . MAP: médroxyprogestérone
- . MGA: acétate de mélengestérol
- . CAP: chloro-dehydro-acetoxy-progestérone
- . FGA: acétate de fluorogestone
- . DHPA: droxone
- . Sc 21009: "Norgestomet"
- les dérivés de la nortestostérone
- . moréthandrolone



- Figure 21: Principaux types de traitements synchronisateurs à l'aide de progestagènes (CHUPIN et al. 1977).

Pour maintenir un taux de stéroïdes suffisant dans l'organisme pendant la phase de blocage, plusieurs voies d'administration sont possibles: orale et quotidienne (FGA), implant sous-cutané (Sc 21) vaginale (éponge imprégnée de progestérone). Après le retrait de l'implant ou de l'éponge, ou l'arrêt de la distribution orale, le blocage hypophysaire est levé et deux inséminations systématiques sont pratiquées: les principaux types de traitements sont indiqués par la figure 21.

Cette méthode permet, aussi, l'induction des chaleurs chez un

partie des femelles non cyclées avant la mise en place du traitement, par la libération du centre hypothalamique de la tonicité.

b) Agent lutéolytique

On utilise les propriétés lutéolytiques de la prostaglandine $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou de ses analogues. Cette lutéolyse n'est efficace que sur des corps jaunes formés, c'est à dire pendant 16 à 17 jours du cycle, ce qui implique une deuxième injection de produit 11 jours après la première, à ce moment là toutes les vaches auront des corps jaunes sensibles au facteur lutéolytique. Les inséminations auront lieu 72 et 96 heures après la seconde injection.

Ce procédé n'est applicable que chez des animaux cyclés, car il repose sur la présence d'un corps jaune cyclique.

B - Effets sur la fertilité

a) Génisses laitières

Quand les génisses sont soumises aux inséminations programmées, elles sont toutes cyclées (sauf dans des cas particuliers: alimentation insuffisante, fin de stabulation hivernale en région montagnaise), tous les types de traitement sont utilisables. Les répercussions sur la fertilité peuvent être estimées par la fécondité, car les mises à la reproduction se font au même âge pour les génisses non synchronisées.

a1) Analogue de la $\text{PGF}_{2\alpha}$: l'estrumate

Le traitement consiste en deux injections de 0,5 mg de produit à 11 jours d'intervalle, suivies de deux inséminations systématiques à 72 et 96 heures après la seconde. Les résultats sont bons puisqu'ils sont très proches de ceux obtenus par insémination sur chaleurs observées (THIBIER 1978):

diagnostic précoce de gestation:	73,0 %
pourcentage de non-retour à 60-90 j:	72,3 %
taux de mises-bas + avortements tardifs:	58,5 %

Pour réduire le coût de ce traitement, on a essayé une insémination unique à 78 heures, la diminution de fécondité par rapport au schéma initial est de 2 à 8 % selon les essais (PETIT et al. 1977).

a2) Nörgetomet: implant sous-cutané

Cette technique est peu utilisée en France, WISHART, cité par PETIT et al. 1977, indique un taux de mises-bas et d'avortements tardifs de 49,1 %

a3) Spirale vavinale imprégnée de progestérone

Le taux de rétention des spirales est de 96,7 % et le taux de mises-bas et d'avortements tardifs (calculé par rapport aux femelles ayant retenu la spirale) est de 54,0 % pour deux inséminations à 48 et 72 heures après le retrait de l'éponge vaginale.

a4) La reproduction planifiée

Dans les lots importants de génisses, la planification des inséminations peut être améliorée en combinant la synchronisation de l'oestrus avec le diagnostic précoce de gestation. Les animaux trouvés non gestants, donc en oestrus, sont synchronisés à nouveau par une seule injection d'estrumate 11 jours plus tard (ils sont, normalement, en pleine phase lutéale à ce moment)(figure 22).

Le taux de mises-bas, dans ce schéma, est de 71 à 79 % selon les essais (PETIT et al. 1977).

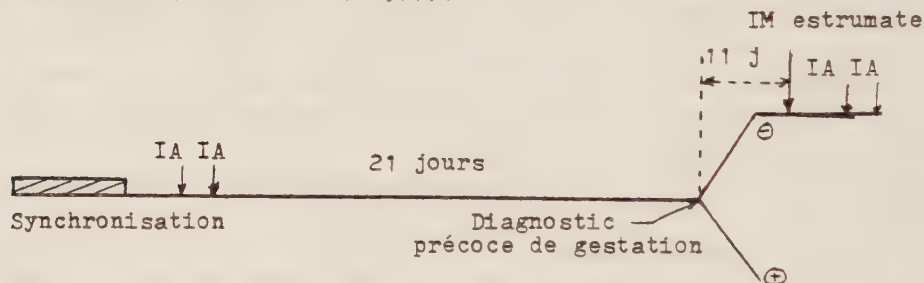


Figure 22: Reproduction programmée dans les effectifs importants de génisses (PETIT et al. 1977).

Les troupeaux de génisses peuvent donc, utilement bénéficier de la programmation de la reproduction, le taux de vêlages synchronisés est excellent (plus de 70 %), et l'éleveur est libéré de la contrainte de la détection des chaleurs, pour une grande partie du troupeau

b) Vaches_laitières

Le problème se pose de manière différente pour les vaches laitières, car:

- elles ne sont pas toutes cyclées au moment du traitement qui devra induire les chaleurs chez les retardataires
- la fécondité ne peut pas être le seul critère pour juger la fertilité; il faut apprécier l'effet sur l'intervalle vêlage - fécondation, or il y a peu de données dans ce sens. Cependant une faible fécondité fait perdre l'intérêt pratique de la technique.

b1) Analogue de la PGF2 α

Les résultats sont mauvais: seulement 60,2 % des oestrus sont synchronisés en 48 heures (PETIT et al. 1977), et le taux de gestation ne dépasse pas 41,1 % (CHUPIN et al. 1977). On peut distinguer deux causes principales:

- il existe une certaine proportion de femelles non cyclées au moment du traitement, il est donc inefficace, car il repose sur la lyse d'un corps jaune cyclique
- la deuxième injection de PGF2 α est sans effet sur certaines femelles: il semble qu'à la suite de la lyse du corps jaune après la première injection, l'ovulation soit retardée (6-7ème jour au lieu du 3-4ème) et le nouveau corps jaune se développe plus lentement, il ne peut être sensible, alors, à la deuxième injection.

Une amélioration de la méthode a effectivement été obtenue en pratiquant la deuxième injection de PGF2 α à 13 jours de la première au lieu de 11 (CHUPIN et al. 1977):

deuxième injection à	11 jours	13 jours
Taux de gestation	41,1 % (56)	51,7 % (58)
(): effectif		

THIBIER propose comme type de programme:

- J 1: injection de prostaglandine
insémination des vaches détectées en chaleur après cette première injection
- J 12: injection de prostaglandine aux vaches non inséminées
- J 15: insémination systématique des femelles

Ce schéma impose les contraintes de la détection de l'oestrus mais il est plus économique.

b2) Spirale vaginale imprégnée de progestérone

Le taux de rétention est de 97 % pour 1003 femelles (THIBIER 1978). Les résultats obtenus par BRIDGET DREW cité par PETIT et al. 1977, sont bons: la proportion de femelles cyclées gestantes est équivalente à celle du lot témoin et l'induction chez les femelles non cyclées est appréciable: 36,8 % de ces animaux ont pu être fécondés (tableau 51). Cependant en France, le taux de mises-bas et d'avortements tardifs ne dépasse pas 42,2 % (THIBIER 1978).

Lot	Activité ovarienne avant essai	effectif	Nombre de femelles inséminées	Femelles gestantes (palper rectal)	
				nombre	%
traité	cyclique	57	54	31	54,4
	non cyclique	19	18	7	36,8
témoin	cyclique	50	32	25	50
	non cyclique	19	5	1	5,3

Tableau 51: Comparaison de la fécondité après insémination sur chaleur observée ou synchronisée par pose de spirales vaginales (BRIDGET DREW cité par PETIT et al. 1977).

b3) Association progestagène-prostaglandine-PMSG

CHUPIN et al. 1977 obtiennent un taux de gestation de 69,6 % sur un effectif de 46 animaux, en combinant l'implantation sous-cutanée de norgestomet avec deux injections de 500 µg d'estrumate et de 500 UI de PMSG en fin de traitement.

L'obtention d'une fécondité élevée est donc possible chez les vaches laitières, mais les traitements sont plus compliqués que pour les génisses car il faut tenir compte des femelles non cyclées et de la difficulté du redémarrage sexuel dans le post-partum.

c) Remarque

La synchronisation et l'induction de l'oestrus ont surtout été utilisées dans le but de programmer la reproduction et de se libérer de la contrainte de la détection des chaleurs: les résultats sont bons pour les génisses, mais pour les vaches il faut des traitements plus sophistiqués. Cependant, ces techniques pourraient être utilisées dans le but de réduire l'intervalle entre les vêlages.

PRENAT (1978) montre, d'ailleurs, que l'on peut obtenir ainsi des résultats tout à fait satisfaisant. Cet auteur utilise l'acétate de chlormadinone (CAP) selon le schéma suivant:

- injection de 70 mg de CAP 15 jours après le part,
- entretien de l'imprégnation par la distribution, 7 jours après l'injection, de un comprimé de 10 mg de CAP par jour pendant 7 jours,
- insémination au deuxième oestrus après l'administration du dernier comprimé (24 jours), le premier 4 jours après étant souvent mal exprimé.

Par cette méthode, l'intervalle vêlage-fécondation est raccourci de 10 jours (75 jours au lieu de 85), la proportion de non gestantes à 90 jours passe de 29 % à 17 %, de plus, la mise au repos de l'ovaire durant la période de traitement (feed-back négatif sur la sécrétion de FSH) favorise la production laitière en supprimant l'antagonisme FSH-prolactine.

Chez la vache laitière, la synchronisation de l'oestrus est difficile à obtenir simplement et de manière satisfaisante. Cependant, si l'intérêt pratique de telle méthode est discutable, l'intérêt économique peut être intéressant car la fertilité bénéficie de l'administration de progestagènes dans le proche post-partum.

V - CONCLUSION

La remise à la reproduction se situe dans une période critique pour la vache: c'est le moment où la production laitière est maximum et les apports nutritifs ne font pas toujours correctement face aux besoins, toute perturbation de l'environnement aggrave cette situation et la fertilité sera affectée. L'intensification de la reproduction et la simplification de certaines opérations rendent indispensable la maîtrise de ces facteurs alimentaires et de milieu, sous peine d'échecs cuisants.

DISCUSSION

La fertilité s'exprime globalement par la durée de l'intervalle vêlage-fécondation: V-If, cette période est le siège d'une évolution physiologique importante que ne traduit pas cette seule donnée. En effet, nous avons vu que l'aptitude à la reproduction après le part ne se rétablit que progressivement par la réadaptation du tractus génital de l'état gravidique à l'état d'activité sexuelle, ce qui s'accompagne par une évolution anatomique, physiologique, comportementale plus ou moins dissociée en fonction de nombreux facteurs. C'est pour cela que la maîtrise de la fertilité exige la connaissance et la compréhension des événements du post-partum; et à un niveau plus pratique, il faut trouver les critères permettant de suivre cette évolution afin de déceler toute altération ou retard. Cela impose une bonne détection de l'oestrus signe du redémarrage sexuel, puis la réussite ou l'échec de l'insémination doit s'apprécier rapidement et d'une manière fiable pour éviter de prolonger l'intervalle V-If.

Cette complexe mutation physiologique se produit au cours d'une phase d'équilibre dont la précarité a été accentuée par l'intensification de la production laitière issue du progrès génétique, il en résulte une compétition production-reproduction au niveau alimentaire et physiologique (antagonisme LTH-LH, ...).

Les conditions difficiles dans lesquelles se trouve la vache au moment de la reprise de la reproduction, rendent cette dernière très sensible à de nombreux facteurs résultant de la confrontation de trois protagonistes: l'animal, le milieu, l'homme qui introduit ses propres facteurs et essaie de modifier les précédents. L'évaluation de l'importance relative de ces sources de variations de la fertilité est très délicate, car leurs effets ne se manifestent pas de la même manière, et les moyens de leur maîtrise ne relèvent pas du même niveau:

- Le facteur génétique est à l'origine de variations imperceptibles mais durables sur plusieurs générations, l'amélioration de la fertilité par la sélection est, d'autre part, très difficile. Par contre la détérioration par diffusion de facteurs de stérilité (hypoplasie Mullérienne) est un risque permanent qui a été

accentué par la large utilisation de l'insémination artificielle. Ce facteur n'affecte pas un animal mais une race ou une espèce, sa maîtrise ne peut se concevoir qu'au niveau des organismes chargés de la sélection. Il existe cependant un moyen génétique d'amélioration de la fertilité utilisable au niveau d'une exploitation: c'est l'hétérosis; cela consiste en l'utilisation de vaches croisées qui présentent une meilleure fécondité que les races parentales. Pour les races laitières, l'insémination par un taureau de race différente permet de bénéficier de ce phénomène tout en gardant des animaux de race pure pour conserver l'acquis de la sélection laitière.

- Le milieu est constitué par le climat, la température, la lumière, la sociologie animale, ..., c'est un élément inéluctable, sa maîtrise passe par l'aménagement de l'habitat créant un tampon entre l'animal et les fluctuations du milieu, ou bien par une programmation de la reproduction, cette dernière se déroulant à la période la plus favorable (printemps pour les pays tempérés).

- Les techniques d'élevage dépendent de chaque éleveur, il en existe deux groupes:

- . celles qui visent l'amélioration et l'intensification de la fertilité: l'alimentation, le vêlage précoce
- . celles qui visent l'organisation et la simplification du travail: méthodes de détection de l'oestrus, programmation de la reproduction.

Ces techniques ont des répercussions directes sur la fertilité, et leur étude détaillée permet de trouver l'origine d'éventuels troubles et de les corriger.

La lutte contre l'infertilité, pour l'éleveur et le vétérinaire praticien, portera sur le contrôle des techniques d'élevage, alimentation, détection des chaleurs, mode de mise à la reproduction, en fonction des conditions de milieu; le facteur génétique devant être surveillé par les organismes de sélection. Il faut aussi ne pas perdre de vue que l'intensification de la production et de la reproduction accroît la sensibilité de la fertilité à ces facteurs ce qui oblige à prendre les moyens de leur maîtrise.

CONCLUSION

La fertilité est l'aptitude à un taux de reproduction élevé afin d'obtenir un maximum de lactation par animal. Dans ce but on cherche à réduire les phases improductives de la vie de la vache:

- la période d'élevage de la génisse, en inséminant dès 15 mois
- la fin de la lactation peu productrice et le tarissement, en mettant rapidement à la reproduction après le part.

L'insémination précoce des génisses n'est pas le problème limitant techniquement; on ne peut guère, en effet, les inséminer avant qu'elles aient atteint une stature suffisante, et cette limite est fixée par les potentialités de croissance de l'espèce, voire de la race.

Le travail portera essentiellement sur la régularité et la longueur optimum de l'intervalle entre les vêlages: V-V, ou en fait, sur l'intervalle vêlage-fécondation: V-If. Pendant cette dernière période, la vache se trouve dans une phase critique: elle doit rétablir son aptitude à la reproduction (involution utérine, reprise de l'activité ovarienne et sexuelle) alors qu'elle poursuit l'ancien cycle de reproduction par la lactation. Aussi la fécondité réapparaît-elle progressivement et est-elle très sensible aux facteurs d'environnement, mais il ne faut pas attendre son meilleur niveau pour inséminer, car si le taux de fécondation est plus bas lors de l'insémination précoce, l'intervalle V-If est plus court.

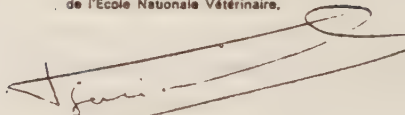
La sensibilité de la reproduction aux nombreux facteurs que nous avons envisagés, impose à l'éleveur une surveillance qui permettra de déceler dès le début toute altération. Ce dernier doit noter de manière appropriée tous les événements de la reproduction et les prévoir, la comparaison entre les prévisions et les observations servant de signal d'alarme. Les renseignements sur l'alimentation, la production, la pathologie, permettront, avec l'aide du vétérinaire, de corriger le trouble.

Vu :
LE DIRECTEUR
de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,

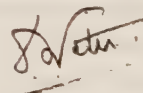


~~LE DIRECTEUR~~

LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'École Nationale Vétérinaire,



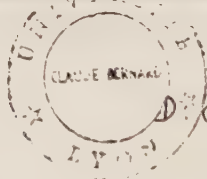
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

 NOTTER

Vu et permis d'imprimer _____ (7)

LYON, le 14 SEP. 1979 19

LE RE ~~PRÉSIDENT~~ DE L'UNIVERSITÉ LYON I



GERMAIN 

- BIBLIOGRAPHIE -

- 1 - ABILAY (T. A.), JONHSON (H. D.), MADON (M.) -1975.-Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine oestrus cycle.- J. of dairy Sci. 58 p. 1836.
- 2 - ASD'ELL. 1968. Cattle fertility and sterility.
- 3 - AYALON (N.) 1978. A review of embryotonic mortality in cattle J. of reproduction and fertility 54, p. 483.
- 4 - BADINAND (F.) 1976. Métrites puerpérales enzootiques chez la vache; importance relative des différents facteurs d'apparition. Rec. Méd. Vét. 152 p. 87.
- 5 - BADINAND (F.) 1976. Alimentation et métrites chez la vache. Compte rendu ITEB UNCFIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 41
- 6 - BAR (H.L.) 1975. Influence of oestrus detection on days open in dairy herds. J. of dairy Sci. 58 p. 246.
- 7 - BERTRAND (M.) 1976. Physiopathologie lutéale chez la vache. Rev. Méd. Vét. CXXVII p. 541.
- 8 - BERTRAND (M.) 1971. Les causes générales de la subfertilité animale. B. T. I. 257 - 1971 C a O p. 109.
- 9 - BIBE (B.), BONNET (J. N.), CAVAGNE (S.), MENISSIER (F.), SAPA (J.) 1974. Comparaison des critères de productivité numérique et pondérale de trois races bovines françaises: résultats partiels et préliminaires CNPZ-INPA. 25^{ème} réunion F. E. Z. Copenhague.
- 10 - BILLON, CAILLON, LEFEVRE. Les plannings d'étable. Catalogue des modèles actuellement utilisés en France. Document ITEB.
- 11 - BINET (D.) 1972. La fécondité des troupeaux laitiers. Maison de l'élevage de l'Eure.
- 12 - BRIT (J. H.) 1975. Early post-partum breeding in dairy cows, a review. J. of dairy Sci. 58 p. 266.
- 13 - BRIT (J. H.), MORROW (D. A.), SEGUIN (R. E.) 1974. Uterine involution, ovarian activity and fertility after melengesterol acetate and oestradiol in early post-partum cows. J. Dairy Sci. 57 p. 89.

- 14 - BROCHARD. 1976. Oligo-éléments et fertilité. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 22.
- 15 - CADY (R. A.), VANVLECK (L. D.) 1978. Factors affecting twinning and effect of twinning in holstein dairy cattle. J. Animal Sci. 46 p. 950.
- 16 - CHUPIN (D.) 1976. Lactation et reproduction. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 88.
- 17 - CHUPIN (D.), PETIT (M.), PELOT (J.). 1977. Bases physiologiques de la maîtrise des cycles: schémas de traitements. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 29.
- 18 - CHUPIN (D.), PELOT (J.), PETIT (M.) 1977. Maîtrise de la reproduction chez les vaches laitières. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 45
- 19 - CHUPIN (D.), PELOT (J.), PETIT (M.) 1977. Induction et synchronisation de l'ovulation chez les femelles de races à viande. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p.
- 20 - COLLEAU (J. J.) 1972. Bilan préliminaire de l'expérimentation bovine du PIN AU HARAS race mixte, race spécialisée. Bull. Techn. Dep. Anim. (INRA) N° 14.
- 21 - COOPSELO 1972: Statistiques 1970.
- 22 - COUPOT (M.) 1972. L'insémination artificielle bovine. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 124.
- 23 - CUNDIEFF, GREGORY, KOCH. 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. J. Animal Sci. 38 p. 711.
- 24 - CONSTANTIN (A.) 1977. La détection des chaleurs, une solution: la vache androgénisée. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 53.
- 25 - DE KRUIF (A.) 1978. Factors influencing the fertility of a cattle population. J. Repr. Fert. 54 p. 507.
- 26 - DE KRUIF (A.) 1975. An investigation on the parameters which determine the fertility of a cattle population and of some factors which influence these parameters. Tijdschr. voor. Diergeneesk 100. 20 p. 108^a.

- 27 - DELATANG (F.) 1976. Maitrise du moment de mise en reproduction par administration de substances exogènes. Compte rendu ITEB-UNCEIA Conduite du troupeau et reproduction p. 172.
- 28 - DUNWARDS, OLDS, DUM. 1969. An objective consideration of dairy herd fertility. J. of the american medical association 2.
- 29 - FRB (R. E.), MORISSON (R. A.) 1959. Effects of twinning on reproductive efficiency in a holstein friesien herd. J. Dairy Sci. 42 p. 512.
- 30 - FERNANDES (L. C.), THATCHER (W. W.), WILCOX (C. J.), COLL (E. P.) 1978. LH release in response to GnRH during the post-partum period of dairy cows. J. Animal Sci. 46 p. 443.
- 31 - FOOTE (R. H.), ONUMA (H.) 1970. Superovulation, ovum collection, culture and transfer, a review. J. Dairy Sci. 53 p. 1681.
- 32 - FOOTE (R. H.) 1975. Estrus detection and estrus detectors aids. J. Dairy Sci. 53 p. 1681.
- 33 - FRANZOS (G.) 1968. The relationship between the milk fat percentage and fertility in dairy herds. Ref. Vet. 25 (1) p. 67.
- 34 - GARDNER (R. W.), SCHUCK (J. D.), VARGAS (L. G.) 1977. Accelerated growth and early breeding of holstein heifers. J. Dairy Sci. 60 p. 1941.
- 35 - GASTINEL (M.) 1976. Types génétiques des parents et fécondité du troupeau. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 51.
- 36 - GWASDANSKAS (F. C.), THATCHER (W. W.), WILCOX (C. J.) 1973. Physiological, environmental and hormones factors which may affect conception. J. Dairy Sci. 58 p. 873.
- 37 - GWADANSKAS (F. C.), WILCOX (C. J.), THATCHER (W. W.) 1975. Environmental factors affecting conception rate in subtropical climate J. Dairy Sci. 58 p. 88.
- 38 - HUMLOT (P.), THIBIER (M.) 1977. Anomalies fonctionnelles de la reproduction chez la vache. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction. p. 66.
- 39 - HENRICKS (D. M.), PAWLING (N. C.), ELLICOT (A. R.) 1977. Use of prostaglandine F2 α to induce parturition in beef heifers. J. Animal Sci. 42 p. 688.

- 40 - KING (C. J.), HARNICK (J. F.), ROBERTSON (H. A.) 1976. Ovarian function in dairy cows during early lactation. J. Animal Sci. 42 p. 688.
- 41 - LOISEL (J.) 1977. Analyse d'ensemble des problèmes de fertilité dans un troupeau. Compte rendu ITEB-UNCETIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 140.
- 42 - LOISEL (J.) 1976. Maîtrise de la reproduction par la gestion du troupeau. Publication ITEB-UNCETIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 152.
- 43 - LOISEL (J.) 1976. Comment situer et gérer la fécondité d'un troupeau laitier. Publication ITEB Février 1976.
- 44 - MAYER (E.) 1977. Grandes unités de production laitière, haute production et fécondité. Bulletin des G. T. V. Mars 1977.
- 45 - MARION (G. B.), GIER (H. T.) 1968. Factors affecting ovarian activity after parturition. J. Animal Sci. 27 p. 1621.
- 46 - MATSOUKAS (J.), FAIRCHILD (T. P.) 1975. Effect of various factors on reproductive efficiency. J. Dairy Sci. 58 p. 540.
- 47 - MAULEON (M.) 1972. Les cycles sexuels. Compte rendu ITEB-UNCETIA: La maîtrise de la reproduction dans l'espèce bovine p. 14.
- 48 - MOPROW (D. A.) 1967. Estrus intensity and ovarian conditions in prepuberal and postpuberal dairy heifers. J. Dairy Sci. 52 p. 224.
- 49 - MORROW (D. A.) 1969. Post-partum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle. Vet. Scope 14 - 2
- 50 - ORTAVANT (R.) 1972. Les paramètres de fertilité du troupeau bovin. Compte rendu ITEB-UNCETIA: La maîtrise de la reproduction dans l'espèce bovine p. 1.
- 51 - ORTAVANT (R.) 1976. Influence des facteurs climatiques sur la reproduction. Compte rendu ITEB-UNCETIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 97.
- 52 - PACCARD (P.) 1976. Aspects alimentaires qualitatifs et fertilité des bovins. Compte rendu ITEB-UNCETIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 29.
- 53 - PACCARD (P.) 1977. L'alimentation et ses répercussion sur la fertilité. Compte rendu ITEB-UNCETIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 124.

- 54 - PACCARD (P.) 1977. L'apport des profils métaboliques dans l'étude des problèmes de fertilité. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 124.
- 55 - PEACOCK (F.M.), KAZER (M.), CROCKETT (J.R.), NARWICK (A.C.) 1977. Reproductive performance and crossbreeding angus, brahman and charolais cattle. J. Animal Sci. 44 p. 729.
- 56 - PELOT (J.), CHUPIN (D.), PETIT (M.) 1977. Influence de quelques facteurs sur la fertilité à l'oestrus induit. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 49.
- 57 - PENDLUM (L.C.), BOLING (G.A.), BRADLEY (N.W.) 1977. Energy effect on growth and conception rate of heifers. J. Animal Sci. 44 p. 18.
- 58 - PETIT (M.), CHUPIN (D.), PELOT (J.) 1977. Analyse de l'activité ovarienne des femelles bovines. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 22.
- 59 - PETIT (M.), CHUPIN (D.), PELOT (J.) 1977. Synchronisation des chaleurs chez les génisses de races laitières. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 34.
- 60 - PETIT (M.), CHUPIN (D.), PELOT (J.) 1977. Maîtrise de l'oestrus chez la vache laitière: utilisation des analogues structuraux à la prostaglandine F2 et des spirales vaginales imprégnées de progestérone. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 39.
- 61 - PETIT (M.) 1978. Maîtrise des cycles sexuels. Elevage et insémination N° 166 Juillet 1978.
- 62 - PRENAT 1978. Essai d'amélioration de la fécondité de la vache laitière à l'aide de l'acétate de chlormadinone. Thèse de doctorat vétérinaire 1978.
- 63 - PRENTISS, SCHILLING (E.), ENGLAND (C.N.) 1968. Some factors affecting reproduction in beef cattle. J. Animal Sci. 27 p. 1363.
- 64 - RADEFORD (H.M.), NANGAPOW (C.D.), MATTHEW (P.E.) 1978. Ovarian function in suckling and non suckling beef cows post-partum. J. Reproduction and fertility 51 p. 363.

- 65 - ROMAN PONCE (H.M.), THATCHER (W.W.), BUFFINGTON (D.E.), WILCOX (C.J.)
VAN HORN (H.H.) 1977. Physiological and production response of
dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment.
J. Dairy Sci. 60 p. 424.
- 66 - ROSENBERG (M.), HERZ (Z.), DAVIDSON (M.), FOLMAN (Y.) 1977.
Seasonal variations in post-partum plasma progesterone levels and
conception in primiparous and multiparous dairy cows.
J. Repr. Fert. 51
- 67 - RYDER (W.L.), HILLMAN (D.), HUBER (J.T.) 1972. Effect of fee-
ding urea on reproductive efficiency in Michigan Dairy Improvement
Association Herds. J. Dairy Sci. 55 p. 1290.
- 68 - SALISBURY (G.W.), VAN DEMARK (N.L.)
Physiologie of reproduction and artificial insémination of cattle.
- 69 - SCHMIDT 1975. Influence d'un haut niveau énergétique sur la
fertilité des femelles bovines. Thèse de doctorat vétérinaire 1978
- 70 - SIGNORET (J.B.) 1976. La détection des chaleurs chez les bovi
Compte rendu ITEB-UNCEIA: Conduite du troupeau et reproduction p.
- 71 - SMITH (L.), VINCENT (H.) 1972. Effect of early weaning and exo-
genous hormone treatment on bovine post-partum reproduction.
J. Animal Sci. 35 p. 1228.
- 72 - SPALDING (P.W.), EWERT (P.W.), FOOTE (R.H.) 1975. Fertility
in New-York artificial inseminated holstein herds in dairy herd im-
provement. J. Dairy Sci. 58 p. 718.
- 73 - SPITZER (J.C.), NISWADEN (G.D.), SFIDEL (G.E.), WILTBANK (J.N.)
1978. Fertilization and blood level of progesterone and LH in beef
heifers on a restricted energy diet. J. Animal Sci. 46 p. 1071.
- 74 - TAINTURIER (D.), FEFNEY (J.), FOYAL (L.) 1978. Prophylaxie du
coma vitulaire chez la vache. Rev. Méd. Vét. 129 p. 1599.
- 75 - TESTARD (J.) 1972. Synchronisation des ovulations induites
chez le veau femelle impubère. VII Congrès Inter. Repro. et Insém.
Artif. Munich.
- 76 - THATCHER (W.W.), WILCOX (C.J.) 1973. Post-partum oestrus as
an indicator of reproductive status in dairy cows. J. Dairy Sci.
56 p. 608.

- 77 - THIBIER (M.) 1977. Rappel physiologique du cycle sexuel chez les bovins. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 5.
- 78 - THIBIER (M.) 1977. Le diagnostic précoce de gestation. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Physiologie et pathologie de la reproduction p. 13.
- 79 - THIBIER (M.) 1976. Le diagnostic précoce de gestation chez la vache. Compte rendu ITEB-UNCEIA: Conduite du troupeau et reproduction p. 201.
- 80 - THIBIER (M.), MIALOT (J.P.), CHAFFAUX (S.) 1977. Infécondité individuelle chez la vache: protocole d'examen et établissement d'un diagnostic étiologique. Rec. Méd. Vét. 153 p. 887.
- 81 - TURMEL (A.) 1977. Méthode d'approche de l'infécondité collective dans les troupeaux laitiers. Bulletin G.T.V. Nov. 77 77-6-B-114
- 82 - TURNER (J.W.), FARTHING (B.R.), ROBERTSON (C.L.) 1968. Heterosis in reproductive performance in beef cows. J. Animal Sci. 27 p. 336.
- 83 - WAGNER (W.C.) 1974. Intensified dairy operations and their effects on preparturient diseases and post-partum reproduction. J. Dairy Sci. 57 p. 354.
- 84 - WAGNER, OXENFELDER. 1971. Endocrine physiology following parturition. J. Animal Sci. 32
- 85 - WHITMORE (H.L.), TYLER (W.J.), CASIDA (L.E.) 1974. Effects of early post-partum breeding in dairy cattle. J. Animal Sci. 38 p. 339.
- 86 - WILTBANK (J.N.), BOND (J.) 1970. Effect of energy and protein on oestrus conception rate, growth and production of beef females. J. Animal Sci. 30 p. 438.
- 87 - WOLTER (R.) 1971. Rationnement pratique de la vache laitière de la chèvre et des ovins. Edition Vigot Frères.
- 88 - WOLTER (R.) 1973. Alimentation et fécondité de la vache. Rev. Méd. Vét. XXXVI p. 297.
- 89 - WOLTER (R.) 1976. A propos de l'alimentation de la vache laitière au cours des mois qui entourent le vêlage. Rev. Méd. Vét. CXXVII p. 1465.

- 90 - WOLTER (R.) 1978. La régulation de la consommation volontaire chez la vache laitière. Rev. Méd. Vét. CXXIX p. 837.
- 91 - Research Bulletin 270 June 1968. Studies of the post-partum cow.
- 92 - Plan de lutte contre l'infécondité bovine en troupeau laitier après établissement d'un bilan de fécondité.
Bul. des G.T.V. Janvier 1978.

PLAN

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>PREMIERE PARTIE: FERTILITE, DEFINITION ET MESURE</u>	3
I - <u>DEFINITIONS</u>	3
II - <u>LES ELEMENTS DE MESURE DE LA FERTILITE</u>	4
1) Les différents critères	4
A - Le taux de réussite en insémination première.	4
B - Le taux de non retour en insémination première	4
C - Indice coïtal: I/If	5
D - Les intervalles	5
a) Intervalle entre vêlages: V-V	6
b) Intervalle vêlage-insémination fécondante: V-If ..	6
c) Intervalle vêlage- première insémination: V-I1 ...	6
d) Intervalle première insémination-insémination fécondante	6
e) Intervalle vêlage-première chaleur: V-C1	6
E - Proportion de vaches réformées pour stérilité	7
D - Proportion de vaches demandant trois services ou plus	7
2) Importance de ces critères	7
III - <u>LES NORMES DE LA FERTILITE</u>	11
IV - <u>COLLECTE DE L'INFORMATION</u>	13
1) Les plannings d'étable	13
A - Les plannings linéaires	13
B - Le planning circulaire	14
2) Les fichiers	16
<u>CONCLUSION</u>	16
<u>DEUXIEME PARTIE: LE SUPPORT DE LA FERTILITE, RAPPORT AVEC LA PRODUCTION</u>	18

I - <u>PHYSIOLOGIE SEXUELLE</u>	18
1) La puberté	18
A - La période prépubertaire	18
a) Rôle des stéroïdes	18
b) Les hormones gonadotropes	19
c) L'appareil génital	20
B - Etablissement de la puberté	20
2) L'oestrus	21
A - Physiologie des cycles sexuels	21
B - Description	22
a) Les signes comportementaux	23
b) Modifications de la sphère génitale	23
c) Chronologie de l'oestrus	25
C - L'insémination	25
3) La gestation	27
A - La mortalité embryonnaire	27
B - Le diagnostic de gestation	29
a) L'observation des retours en oestrus	29
b) L'exploration rectale	29
c) Le diagnostic précoce par dosage de la progestérone	30
4) Le post-partum	34
A - L'involution utérine	34
a) Anatomie	34
b) Histologie	34
c) Bactériologie	36
d) Variation	36
B - Réapparition de l'activité ovarienne	37
C - Réapparition du comportement sexuel	38
D - Réapparition de la fécondité	38
a) Relation entre la fécondité et le moment d'apparition du premier oestrus	38
b) Relation fécondité et nombre d'oestrus précédant l'insémination	40
c) Conclusions	40
II - <u>ANTAGONISME PRODUCTION - REPRODUCTION</u>	42
1) Compétition entre deux cycles reproductifs	43

A - Mise en évidence	43
B - Les causes	43
a) Les stimulations mammaires	43
b) La présence du jeune	45
c) L'involution utérine	45
2) Compétition production-reproduction	45
<u>CONCLUSION</u>	48

TROISIEME PARTIE: LES FACTEURS DE FERTILITE

I - FACTEURS GENETIQUES

1) Aptitude génétique à la fertilité	49
A - Caractère génétique individuel de la fertilité	49
B - Héritabilité de la fertilité	50
C - Rôles des facteurs génétiques	50
a) Rôle sur la précocité	50
b) Rôle sur l'oestrus	50
c) Rôle sur la fécondité	52
d) Rôle sur la gemellité	52
D - Conclusions	53
2) Effet de l'hétérosiis	53
A - Sur la fécondité	55
a) Croisement de deux races pures	55
b) Vaches croisées	55
B - Effet sur la viabilité du veau et al fertilité	57
C - Facteurs de variation	57
a) La race	57
b) Le sens du croisement	58
c) Le type de croisement	58
d) Age	60
3) Conclusion	60

II - LES FACTEURS D'ENVIRONNEMENT

1) Les saisons	60
A - Activité cyclique des génisses	60
B - Reprise de l'activité cyclique des vaches ..	62

C - Fécondité	62
D - Intervalle entre les vêlages	64
E - Taux d'ovulation	64
2) La température	65
A - Basse température	65
B - Haute température	65
3) La lumière	67
4) Le mode de stabulation	67
5) La taille du troupeau	68
6) L'âge	69
 III - <u>LES FACTEURS ALIMENTAIRES</u>	 71
1) Alimentation des génisses	71
A - Influence de la sous-alimentation	71
B - Influence de la suralimentation	72
C - Influence des variations de régime	74
D - Mode d'action des régimes	74
E - Conclusions	75
2) Alimentation de l'adulte	75
A - Particularités alimentaires de la vache laitière	75
a) Variations de l'appétit et des besoins	75
b) Périodes influant sur la fertilité	76
B - Rôle de l'alimentation au tarissement	77
a) Insuffisance	78
b) Excès	78
C - Rôle de l'alimentation en début de lactation	79
a) Insuffisance	79
b) Excès	81
D - Influence du niveau alimentaire à l'insémination	81
E - Equilibre de la ration	81
a) Energie	81
b) Matières azotées digestibles	82
c) Le calcium	82
d) Le phosphore	82
e) Importance relative des macroéléments de la ration	84
f) Les oligo-éléments	84

g) Les vitamines	85
F - Qualité des éléments de la ration	85
a) Nature de l'énergie	85
b) Nature des matières azotées	87
c) Valeur hygiénique de la ration	87
G - Contrôle de l'alimentation	88
a) Le contrôle laitier	88
b) Le profil métabolique	88
<u>CONCLUSION</u>	89
<u>REMARQUE</u>	90
 IV - <u>INFLUENCE DES TECHNIQUES D'ELEVAGE</u>	90
1) La détection de l'oestrus	90
A - Réalisation	90
B - Amélioration de la détection de l'oestrus ..	90
a) Système de marquage individuel	90
b) Recours à un partenaire	92
2) La mise à la reproduction	96
3) Les programmes de reproduction	99
A - Principe	99
a) Blocage hypophysaire	99
b) Agent lutéolytique	101
B - Effets sur la fertilité	101
a) Génisses laitières	101
b) Vaches laitières	102
c) Remarque	104
 V - <u>CONCLUSION</u>	105
 <u>DISCUSSION</u>	106
 <u>CONCLUSION</u>	108
 <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	109

